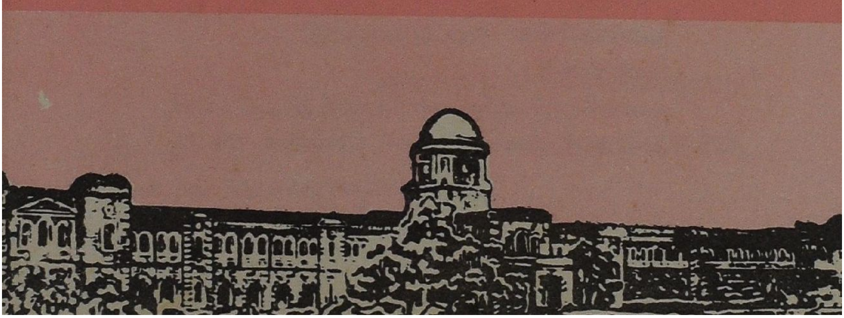
களஞ்சியம்

வளர்தமிழ்
மன்ற
வெளியீடு

அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை

தொகுதி - 12
இதழ் - 1
சனவரி - 1998



நிருவாக ஆசிரியர்

பேராசிரியர் இரா. மா. வாசகம்
துணைவேந்தர்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை-600 025.

ஆசிரியர் குழு

தலைவர்

முனைவர் அ. இளங்கோவன்
பேராசிரியர், கட்டடவியல்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை 600 025.

உறுப்பினர்கள்

முனைவர் அ. மதியழகன்
பேராசிரியர், சென்னைத் தொழில்நுட்ப நிறுவனம்,
குரோம்பேட்டை, அண்ணா பல்கலைக் கழகம்,
சென்னை-600 044.

முனைவர். வி.சுப்பிரமணியம்
துறைத் தலைவர், நெசவியல் தொழில்நுட்பத்துறை,
அழகப்பா தொழில்நுட்ப நிறுவனம்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை 600 025.

முனைவர் கு. மணிவாசகன்
பேராசிரியர், கணிதம்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

முனைவர் ப.அர. நக்கீரன்
பேராசிரியர், உற்பத்திப் பொறியியல்,
சென்னைத் தொழில்நுட்ப நிறுவனம்,
குரோம்பேட்டை, அண்ணா பல்கலைக் கழகம்,
சென்னை - 600 044.

முனைவர் வெ. கிருட்டிணமூர்த்தி
பேராசிரியர்,
கணிப்பொறி அறிவியல் தொழில்நுட்பப் பள்ளி,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

(தொடர்ச்சி பின் அட்டையில்)

களஞ்சியம்

தொகுதி 12 இதழ் 1

வளர்தமிழ் மன்ற

வெளியீடு

காலாண்டிதழ்

சனவரி 1998

அண்ணா பல்கலைக்கழகம்

சென்னை - 600 025.

தனி இதழ் உரூ. 10.00

ஆண்டுக்கட்டணம்

உள்நாடு : உரூ. 40.00

வெளிநாடு : உரூ. 160.00

அல்லது $ 5.0

வாழ்நாள் கட்டணம்

உள்நாடு : உரூ. 400.00

வெளிநாடு : உரூ. 1600.00

அல்லது $ 50.0

வேண்டுகோள்

களஞ்சியம் இதழ் தொடக்க காலத்திலிருந்தே அச்சீட்டுச் செலவுகளைவிட மலிவான கட்டணங்களைக் கொண்டே நடத்தப் பட்டு வந்துள்ளது. இன்றைய நிலையில் அச்சீட்டுச் செலவு தோராய மாக ஓர் இதழுக்கு உரூபா 18 அளவுக்கு ஆகிறது. எனவே, நீண்ட தயக்கத்திற்குப் பிறகு ஆண்டுக் கட்டணத்தை உரூபா 40 ஆகவும், வாணாள் கட்டணத்தை உரூபா 400 ஆகவும் உயர்த்துவதென்று அண்மையில் ஆசிரியர்குழு முடிவு செய்துள்ளது. புதிய உறுப் பினர்கள் இக்கட்டணங்களைச் செலுத்த வேண்டும். ஆண்டுக் கட்டணம் (உரூபா 20) செலுத்தியுள்ள உறுப்பினர்களுக்கு அக் கட்டணத்திற்கே அவர்கள் செலுத்திய காலத்திலிருந்து நான்கு இதழ்கள் அனுப்பி வைக்கப்படும். புதுப்பிக்கும்போது உரூபா 40 செலுத்த வேண்டும்.

பல்வேறு இடர்ப்பாடுகளினால் கடந்த சில இதழ்கள் தாமதமாய் வர நேர்ந்தமைக்கு மிக வருந்துகிறோம். அடுத்த இதழும் அச்சாகிக்கொண்டுள்ளது; ஆகஸ்ட் முதல் வாரத்திற்குள் அனுப்பி வைக்கப்படும். பழைய வாணாள் உறுப்பினர்கள் தாமாக முன்வந்து உரூபா 200 வரை செலுத்த முன்வந்தால் அத்தொகை களை நன்கொடையாக ஏற்று நிலைவைப்பு நிதியில் (வாணாள் உறுப்பினர் கட்டணங்கள் நிலை வைப்பு நிதியாகவே வைக்கப் படுகின்றன) சேர்க்கலாமென்றும் ஆசிரியர் குழு முடிவு செய்துள்ளது.

ஆசிரியர் குழு

கணிப்பொறிப் பணிமுறை

பேராசிரியர் டாக்டர் ஆ. மதியழகன்*

கணிப்பொறி மொழியில் எழுதப்பட்ட கணிப்பொறிச் செயல்நிரல் (Program) கணிப்பொறி முனையத்தில் தட்டச்சுப் பொறி போன்ற பாகத்தின் மூலம் காந்தத் தட்டு நினைவுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. அங்ஙனம் கொண்டு செல்லப்பட்ட கணிப்பொறிச் செயல்நிரலைக் காந்தத் தட்டு நினைவில் ஏற்கெனவே பதிவு செய்யப்பட்டிருக்கும் சரியான மொழி பெயர்ப்புச் செயல் நிரலின் துணையோடு இயந்திர மொழிச் செயல் நிரலாக மாற்றுகிறோம். அந்த இயந்திர மொழிச் செயல் நிரலைக் காந்தத் தட்டு நினைவில்.இருந்து மைய நினைவுக்கு ஏற்றுகிறோம். மைய நினைவில் எந்த நினைவிடத்தில் இந்த இயந்திர மொழிச் செயல் நிரல் தொடங்குகிறது என்பதைக் கணிப்பொறி குறித்துக் கொள்கிறது.

நான்கு தலைமுறைகளைக் கண்டிருக்கும் கணிப்பொறிகள் தொடர் செயற்பாங்கு (Sequential Processing) முறையிலே செயல் படுகின்றன. இந்தச் செயல்முறையை ஒரு செயல் தொடரைக் கொண்டு விளக்கலாம். A = B + C என்ற செயல் தொடரின் மூலம் B என்றும் C என்றும் குறிப்பிடும் இரு எண்களின் கூட்டுத் தொகையை A குறிக்க வேண்டும். கணிப்பொறி இதனை எவ்வாறு செயல் படுத்துகின்றது? நமக்கு எளிதாகத் தோன்றும் இச்செயல் தொடர் கணிப்பொறிக்கு எளிதானதாக இல்லை. இதனைக் கணிப்பொறி அறியும் வண்ணம் இன்னும் மிக எளிதான செயல் குறிப்புகளாகப் பகுத்துத் தர வேண்டும். B என்று குறித்த எண்ணை எடு', C என்று குறித்த எண்ணை அதனுடன் கூட்டு', கூட்டுத் தொகையினை A என்று குறித்த இடத்தில் (நினைவுப் பகுதியில்) வை', என்று மிக எளிதான குறிப்புகளைக் கணிப்பொறிக்குத் தர வேண்டியுள்ளது. அந்த எளிய குறிப்புகளையும் கணிப்பொறிக்குப் புரியும்படியான செயல்நிரல் நமக்குப் புரியும் எளிதான, கணிப் பொறிக்காக உருவாக்கப்பட்ட மொழியில் எழுதப்பட்டாலும், இந்தச் செயல்

---

* அண்ணா பல்கலைக்கழக MIT வளாகம், குரோம்பேட்டை, சென்னை - 600 044.

தொடர்களை எளியனவாகப் பகுத்துக் கணிப்பொறியின் இயந்திர மொழியில் பெயர்த்துத் தொகுத்துக் கொடுக்கத் தொகுப்பான் (Compiler) என்ற மென்பொருள் (Software) பயன்படுகிறது. தொகுப்பானின் பணி ஏறத்தாழ மொழி பெயர்ப்பாளரின் பணி போன்றது. செயல் நிரல் எதுவாயினும் அதனுடைய இயந்திர மொழித் தொகுப்பைக் கணிப்பொறி நினைவுப் பகுதியிலே பதிவு செய்து, பின் ஒவ்வொரு செயற் குறிப்பையும் வெளி எடுத்துப் புரிந்து செயல்படுத்துகின்றது.

A = B + C என்ற செயல் தொடர் பகுத்த பின் கீழ்க்காணும் செயல் குறிப்புகளின் தொகுதியாக அமையும்.

எடு B

கூட்டு C

கொடு A

மேற்கண்ட தொகுதியின் ஒவ்வொரு செயற் குறிப்பிலும், ஒரு செயற் கூற்றையும் (Operation) ஒரு செயப்பாட்டுத் தொகையையும் (Operand) காணலாம். 'எடு' என்பது செயற்கூறு எனில், B என்பது செயப்பாட்டுத் தொகையாகும். ஒவ்வொரு செயற்கூற்றுக்கும் இரும எண் முறையில் (Binary Number Systems) குறியீடுகள் உண்டு.

கணிப்பொறிக்கான செயல் நிரல் முழுதும் பகுத்து மொழி பெயர்த்துத் தொகுக்கப்பட்டு நினைவுப் பகுதியில் பதிவு செய்யப் படுகிறது. இத்தொகுதியின் செயற்குறிப்புகளை ஒவ்வொன்றாகக் கணிப்பொறி படித்துச் செயற்கூற்றைப் புரிந்து கொண்டு, செயப்பாட்டுத் தொகையின் இருப்பிடத்தை அறிந்து, அங்கிருந்து அதனை எடுத்துப் பின் செய்ய வேண்டிய செயற்கூற்றைச் செய்து முடிக்கிறது. எல்லாச் செயற் குறிப்புகளையும் படித்துச் செயல் முடித்தால், செயல்நிரல் முற்றும் செயலாக்கப்பட்டு விட்டது என்று பொருள்.

B என்ற எண்ணை எடுப்பதற்கோ C என்ற எண்ணை அதனுடன் கூட்டுவதற்கோ, வேறெந்தச் செயற் குறிப்பையும் செயல்படுத்துவதற்கோ கணிப்பொறி பல நுணுக்கமான செயல்களை (Micro operations) நிறைவேற்ற வேண்டும். அவற்றைச் செய்யக் கட்டளைப் பகுதி உரிய ஆணைகளைப் (Commands) பிறப்பிக்கிறது.

மைய நினைவில் இருக்கும் இயந்திர மொழிச் செயல் நிரலைச் செய்து முடிக்கக் கணிப்பொறிக்கு நாம் ஆணை இடும்போது, கணிப்பொறி தன் குறிப்பில் இருந்து செயல் நிரல் தொடங்கும் நினைவிடத்தின் அடையாள எண்ணை அறிந்து, அதனைச் செயல் நிரல் இயக்கத்தைக் கண்காணிக்கும் மின்னணு உறுப்பிடம் (Program Counter) தருகிறது. இந்தக் கண்காணி அந்த அடையாள எண்ணை நினைவு எண் பதிவு (Memory Address Register) என்னும் இன்னொரு மின்னணு உறுப்பிடம் தருகிறது. இந்த மின்னணு உறுப்பு ஒரு வழிகாட்டி (Guide) போலச் சரியான நினைவிடத்தைக் காட்டு கிறது. அங்கே பதிவு செய்யப்பட்டிருக்கும் ஆணை அங்கிருந்து படிக்கப்பட்டு நினைவுப் பொருள் பதிவு (Memory Data Register) என்னும் இன்னொரு மின்னணு உறுப்பில் ஏற்றப்படுகிறது. இந்த உறுப்பு ஒரு சுமைதூக்கி (Porter) போலச் செயல்படுகிறது.

இயந்திர மொழிச் செயற்குறிப்பில் இருபகுதி உண் டென்று முன்னே சொல்லப்பட்டது. முதல் பகுதி செய்ய வேண்டிய செயல் (Operation) பற்றிய குறிப்பு இரண்டாம் பகுதி அந்தச் செயலைச் செய்வதற்கு வேண்டிய பொருள் (Operand) பற்றிய குறிப்பு. செயற்குறிப்பின் முதல் பகுதி, செயல் பதிவு (Instruction Register) என்னும் மின்னணு உறுப்பிடம் தரப்படுகிறது. இந்த உறுப்பு செய்ய வேண்டிய செயல் பற்றிச் சொல்லப்பட்ட குறிப்பினைப் புரிந்து கொள்கிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு செயற்குறிப்பைக் காண்போம்.

கூட்டு 125

சொல்லப்பட்ட குறிப்பு, கூட்டு என்னும் செயலினைக் குறிக்கிறது என்பது புரிந்ததும், 125 என்ற நினைவு அடையாள எண் நினைவு எண் பதிவுக்கு மாற்றப்படுகிறது. முன்போலவே இந்த வழிகாட்டி அடையாள எண் குறிப்பிடும் நினைவிடத்தைக் காட்டு கிறது. அங்கே இருக்கின்ற தெரிபொருள் (Data) படிக்கப்பட்டு, நினைவுப் பொருள் பதிவில் ஏற்றப்படுகிறது. அங்கிருந்து வேறொரு பதிவில் ஏற்றப்பட்டுப் பின் கணிப்பொறி தான் ஏற்கெனவே ஓரிடத்தில் பதிவு செய்து வைத்திருக்கும் எண்ணோடு கூட்டப் படுகிறது.

இனிச் செயல்நிரல் கண்காணி தன்னிடம் முன்னம் உள்ள நினைவு அடையாள எண்ணோடு ஒன்று கூட்டி அடுத்த நினை

விடத்தின் அடையாள எண்ணை நினைவு எண் பதிவுக்குத் தருகிறது. முன்போல இந்த நினைவிடத்தில் உள்ள ஆணையும் படிக்கப் பட்டுச் செயல்படுத்தப்படுகின்றது. சில நேரங்களில் 'வழிகாட்டி' காட்டுகின்ற நினைவிடத்தில் இருந்து படிக்காமல் அங்கே புதிதாக எழுத வேண்டியிருக்கும். அப்போது எழுத வேண்டிய பொருள் முன்னதாகச் 'சுமைதூக்கி'யிடம் ஏற்றப்பட்டிருக்க வேண்டும். சரியான நினைவிடத்தை 'வழிகாட்டி' காட்டியதும், 'சுமைதூக்கி'யின் சுமை அங்கே இறக்கப்படும். எடுத்துக்காட்டு: **எழுது 250.**

கணிப்பொறிச் செயல்நிரலின் அடுத்தடுத்த செயற்குறிப் பாணைகள் படிக்கப்பட்டுச் செயல்படுத்தப்படுவதாய் முன்னர்க் கண்டோம். இதற்கு விதி விலக்குகள் உண்டு. சில நேரங்களில் அடுத்த நினைவிடத்தில் உள்ள ஆணையைச் செயல்படுத்தாமல், அடுத்தடுத்த பல நினைவிடங்களைத் தாண்டி முன்னே சென்று, ஓர் ஆணையைச் செயல்படுத்த வேண்டியிருக்கும்: அல்லது பின்னே பல நினைவிடங்களைக் கடந்து சென்று, ஓர் ஆணையைச் செயல் படுத்த வேண்டியிருக்கும். இப்படி முன்னோ, பின்னோ செல் வதற்குச் செயல் நிரலில் ஆணை இருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டு : செல் 1563

செல் என்ற செயற்குறிப்பைக் கணிப்பொறி புரிந்து கொண்டதும் 1563 என்ற அடையாள எண் செயல் நிரல் கண்காணியிடம் தரப்படும். எனவே, கண்காணி அதுவரை கொடுத்து வந்த தொடர்ச்சியான அடையாள எண்களை மேலும் தொடராமல், புதிதாகத் தரப்பட்ட நினைவிட அடையாள எண்ணிலிருந்து, மீண்டும் தொடர்ச்சியான அடையாள எண்கள் தரும். இது எதுவரை தொடரும்? மீண்டும் முன்னோக்கியோ, பின்னோக்கியோ செல்லும் ஆணை இல்லாத வரைக்கும் இது தொடரும். தொடர்ந்து செல்வதா, பின்னோக்கிச் செல்வதா, முன்னோக்கிச் செல்வதா என்பது சில நேரங்களில் செயல்நிரலைச் செய்யும்போது ஏற்படும் விளைவு களைப் பொறுத்தது. எடுத்துக்காட்டாக இரண்டு எண்களைக் கூட்டும்போது கூட்டுத்தொகை குறிப்பிட்ட எண்ணுக்குள் இருந் தால் தொடர்ந்து செல்லலாம் என்றும், அந்த எண்ணுக்கு மேற் பட்டால் பின்னோக்கிச் செல்ல வேண்டும் என்றும் ஆணை இருக்கலாம்.

கணிப்பொறிகளில் இவ்வாறாகச் செயல் நிரலின் ஆணைகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தொடர்ந்து செயல்படுத்தப்படுகின்றன. ஓர் ஆணையைச் செயல்படுத்துவதற்குத் தேவையான தெரிபொருள் (Data) முந்தைய ஆணையைச் செயல்படுத்தினால்தான் கிடைக்கும் என்ற நிலை இருக்குமானால், தொடர் செயல் தவிர்க்க முடியாதது. அப்படி ஒரு நிலையோ, தேவையோ இல்லாத போது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஆணைகளைப் பல செயல் உறுப்புகள் (Processing Elements) கொண்ட கணிப்பொறியால் ஒரே நேரத்தில் செயல்படுத்த இயலும். அப்படிச் செய்தால் விரைவில் செயல் முடியும். விரைந்து செயல்படக்கூடிய இணைச் செயற்பாங்கு (Parallel Processing) கணிப்பொறிகள் இன்று நம் நாட்டிலும் பிற நாடுகளிலும் உருவாக்கப்படுகின்றன. மேலும், எந்தெந்த ஆணைகளை எந்தெந்தக் கட்டத்தில் இணையாகச் செயல்படுத்தலாம் என்று வழிமுறைகள் சொல்லத் தகுந்த கணிப்பொறி மொழிகளும் உருவாக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

★★★

அறிவிப்பு

களஞ்சியம் இதழின் வாழ்நாள் உறுப்பினர்களாகச் சேருபவர்களுக்கு இதழின் பழைய படிகள் கட்டணமின்றி அனுப்பிவைக்கப்படுமென்று முன்னர் அறிக்கை வெளியிட்டிருந்தோம். அறிவிப்பில் மாற்றம் இல்லையென்றாலும் வாசகர்களுக்கு ஒரு செய்தியைத் தெளிவுபடுத்தக் கடமைப்பட்டுள்ளோம். பழைய இதழ்கள் படிகள் ஒவ்வொன்றிலும் சிறு எண்ணிக்கைகளில்தான் இருப்பில் உள்ளன. சில இதழ்கள் படிகள் தீர்ந்தும் விட்டன. எனவே இருப்பில் உள்ள படிகளை மட்டுமே அனுப்பிவைத்துக் கொண்டுள்ளோம் என்பதைத் தெளிவு படுத்துகிறோம்.

ஆசிரியர் குழு

தமிழுக்கு ஒரு புதிய கணிப்பொறிக் குறியீடு சென்னைக் குறியீடு

முனைவர் வெ. கிருஷ்ணமூர்த்தி*

அறிமுகம்

தமிழைக் கணிப்பொறியில் பரவலாகப் பயன்படுத்துவதற்கு இடையூறாக இருக்கும் காரணங்கள் இரண்டு. பொதுவான விசைப் பலகை இல்லாமை அதில் ஒன்று. கணிப்பொறியில் எழுத்துகளைக் குறிக்கும் பொதுவான குறியீடு இல்லாதது மற்றொன்று.

பொதுவான விசைப் பலகை இல்லாததால் ஒருவகை விசைப்பலகையில் பயிற்சி பெற்றவர் இன்னொரு வகை விசைப் பலகையைக் கொண்டு உள்ளிடுவது கடினம். எழுத்துவகைகளை (Fonts) விற்பனை செய்பவர்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விசைப் பலகைகளுக்கு இயக்கிகளைத் (Drivers) தருவது வழக்கமாக உள்ளது. ஒன்றிலிருந்து இன்னொரு விசைப்பலகைக்கு மாற, ஒரு சாவியைத் தட்டினாலே போதும். இதனால் பலவித விசைப்பலகைகளையும் அளித்து, தேவையானதைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளச் சொல்வது இந்தப் பிரச்சினைக்கு ஒரு தீர்வு. நாளடைவில் சிறப்பான விசைப்பலகை தானாகவே நிலைபெற்று விடும்.

விசைப் பலகையைத் தரப்படுத்த தற்போது ஒரு குழு நியமிக்கப்பட்டுள்ளது. அந்தக் குழுவினர் பார்வைக்கு, இக்கட்டுரையின் ஆசிரியர் வடிவமைத்த 'அறந்தை' விசைப் பலகை அனுப்பப் பட்டுள்ளது. தமிழில் எழுத்துப் புழக்கங்களின் விதிமுறைகளை ஆராய்ந்ததன் விளைவாகப் புள்ளிகளில் பாதிக்கும் மேல் கணிப் பொறியையே இடச் செய்யும் முறை இதில் உள்ளது. இதனால், மொத்த விரல் அசைவுகளில் சுமார் 10 விழுக்காடு குறைவதால், கைகளின்

* பேராசிரியர், கணிப்பொறி அறிவியல் தொழில் நுட்பத்துறை, அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

சோர்வு கணிசமாகக் குறையும். மேலும் குறில், நெடில் மற்றும் மெல்லின, வல்லின மெய்களின் இணைந்து வரும் பாங்குகளைக் கருத்தில் கொண்டு, அவற்றின் இடங்கள் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளதால், எளிதில் மனத்தில் நிற்பதுடன் மட்டுமல்லாமல், விரல்களின் அசைவையும் குறைக்கும்.

அறந்தை விசைப்பலகையைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப் பட்ட பதமி என்னும் சொல் தொகுப்பான் மக்களிடையேயும், இதழ்களிலும் நல்ல வரவேற்பைப் பெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. தற்போது 'பொன்மொழி' என்ற சொல் தொகுப்பானும் வெளி வந்துள்ளது. அறந்தை விசைப் பலகையைப் பயன்படுத்தி எல்லாரும் எளிதில் தமிழில் உள்ளிட வேண்டும் என்ற நோக்கத் தில் வெளியிடப்பட்டுள்ள இந்த மென்பொருள் கிட்டத்தட்ட இலவசமாகவே கிடைக்கிறது. முறையாகப் பல மாதங்கள் பயிற்சி பெறாமலேயே தமிழில் உள்ளீடு செய்யப் பலராலும் விரும்பிப் பயன்படுத்தப்படும் விசைப் பலகையாக இன்னும் ஓரிரு ஆண்டு களில் 'அறந்தை' திகழும் என்ற நம்பிக்கை உள்ளது

விசைப்பலகைப் பிரச்சினையை விட, அதிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது தமிழ் எழுத்துக்கான குறியீட்டு முறைப் பிரச்சினை. ஆங்கிலத்திற்கு ஆஸ்கி (ASCII) என்ற குறியீடு எல்லாராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்படும் ஒரு பொதுவான குறியீடு. அதனால், எல்லா எழுத்து வகைகளிலும் '65' என்றால் 'A' அதே போல் எல்லா மென் பொருட்களிலும் இப்படியே இருக்கும். இதனால், பல மென் பொருட்களைக் கலந்து பயன்படுத்த முடிகிறது.

ஆனால், தமிழில் 'அ' என்ற எழுத்தை ஒவ்வொரு எழுத்துவகைத் தயாரிப்பாளரும் ஒவ்வோர் இடத்தில் வைத்துள்ளார். அதனால் எந்த இரண்டு மென்பொருட்களும் ஒத்துப்போகா. அதுமட்டுமன்று, இன்னொரு பெரிய குறையும் உள்ளது. கணிப்பொறி இயக்கத்தில், வரிசைப்படுத்தி வைத்தலும், தேடுதலும் மிக அதிக அளவில் (சுமார் 30%) நடைபெறும் செயல்களாகும். தமிழைப் பல விதங்களிலும் பயன்படுத்த வேண்டுமென்றால், தமிழ்ச் சொற்களை அகர வரிசையில் எழுதுவது மிக மிக அவசியம். இந்தப் பணியைக் கணிப்பொறி பலப்பல முறைகள் செய்ய வேண்டுமென்பதால், இது விரைவாகச் செயல்படக்கூடியதாக இருக்க வேண்டும். முறை யில்லாமல் எழுத்துகளைக் கண்டபடி அள்ளித் தெளிப்பது தமிழின் பயன்பாட்டில் கணிப்பொறியைப் பயன்படுத்துவதைக் கடுமையாக்கு கிறது.

தமிழில் எழுத்து வகைகளை உருவாக்குவோர், தங்கள் எழுத்து வகைகளைப் பயன்படுத்துவோர் மீண்டும் தங்களிடமே வரவேண்டும் என்ற வணிக நோக்கத்தில், அவரவர் தம் எண்ணத்திற்கு ஏற்றாற்போல் இட ஒதுக்கீடு செய்துள்ளனர். அவர்களில் பலர் மேசைப் பதிப்பு (DTP) தவிர வேறெதையும் பற்றி நினைப்பதில்லை.

தமிழில் மொழி மாற்றம் செய்தல் தமிழைக் கேட்டும், பார்த்தும் படித்தும் புரிந்து கொள்ளுதல், தமிழில் உரையாடுதல் போன்ற உயர் நிலைச் செயல்களைக் கணிப்பொறி செய்ய வேண்டுமானால், முதலில் ஒரு பொதுவான, திறமுடைய குறியீடு தேவை. இது இல்லாமல் கணிப்பொறி யுகத்தில் தமிழ் முன்னேற முடியாது என்பது திண்ணம். அப்படியொரு குறியீட்டின் தேவைகள் என்ன, அவற்றை அடைவதில் உள்ள சிக்கல்கள் என்ன என்பதை ஆராய்ந்து, ஒரு புதிய குறியீட்டினை இந்தக் கட்டுரை அறிமுகப் படுத்துகிறது. பல குறியீடுகளில் இருந்து அடையாளம் காண வேண்டி, இதற்குச் 'சென்னைக் குறியீடு' என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

தேவை, சிக்கல் மற்றும் முடிவுகள்

தேவை, அதில் உள்ள சிக்கல், சென்னைக் குறியீட்டில் எடுக்கப்பட்ட முடிவுகள் - இவற்றை இனி ஒவ்வொன்றாய் காண்போம்.

1. *தமிழ் எழுத்துகளுடன், ஆங்கில எழுத்துகளும் இருக்க வேண்டுமா?*

   அதாவது தமிழ், ஆங்கிலம் இரண்டும் (Bilingual font) ஒரே எழுத்து வகையில் இருக்க வேண்டுமா?

2. *இகர, ஈகாரங்கள் தனி எழுத்துகளாக இருக்க வேண்டுமா?*

   தமிழில் எழுத்துகள் அதிகம் என்பதுதான் அவற்றுக்கான இட ஒதுக்கீட்டில் உள்ள தலையாய பிரச்சினை. அப்படியிருக்க, ஆங்கிலத்தையும் வைத்துக் கொண்டால், தமிழுக்காக மொத்தம் 128 இடங்களே கிடைக்கும். இதனால் தி, தீ போன்ற இகர, ஈகாரங்களைப் பிரித்து வைக்க வேண்டும். இது இரு குறைகளை ஏற்படுத்தும். ஒன்று - அச்சிடும் தரம் குறையும். இரு பகுதிகளை மிகத் துல்லியமாக இணைப்பது, எழுத்துகளின் இடையே உள்ள இடைவெளிகளைச் சரி செய்யும் போது பாதிக்கப்படுவதாகக் கூறப்படுகிறது. அதைவிடப் பெரிய குறை அடுத்தது. இதில்

ஒவ்வொரு எழுத்திற்கும் இரண்டு குறியீடுகள் தேவை. இகர உயிர்மெய் தமிழில் அதிகம் பயன்படுவதால், இது விரும்பத்தக்கதன்று.

இதனால், சென்னைக் குறியீட்டில் - ஆங்கிலத்திற்கு இடமில்லை. இகர, ஈகாரங்கள் தனிக் குறியீடுகளாக வைக்கப்படும்.

3. 'ஔ' தனிக்குறியீடா அல்லது இரண்டு குறியீடுகளா? தனிக் குறியீடாக இருப்பது மொழி ஆராய்ச்சி, வரிசைப்படுத்தல் போன்ற மென்பொருட்களை எழுதுவதைச் சீர்மைப்படுத்துவதுடன் எளிமையாகவும் இருக்கும். இந்தச் சீர்மை மென்பொருள் செயல்படும் வேகத்தை அதிகரிக்கும். ஒரே குறியீடாகக் கொடுப்பதில் எந்தவிதச் சிக்கலும் இல்லை.

4. ஸ, ஷ, ஜ, ஹ, க்ஷ, ஸ்ரீ என்ற எழுத்துகள் வேண்டுமா? ி ீ என்பவை தனியாகக் கொடுக்கப்பட வேண்டாம். இதனால் எட்டு இடங்கள் அதிகம் தேவை. இது கடினமன்று.

ஸ; ஷ போன்றவையும் தேவை. மேலே கூறியது போல் சீர்மைக்காக, ி ீ என்பவை தனியாகக் கொடுக்கப்பட வேண்டாம். இதனால் எட்டு இடங்கள் அதிகம் தேவை. இது கடினமன்று.

5. ISCII குறியீடு போல, உயிர் மெய் எழுத்துகளில் உள்ள உயிர்ப்பகுதிக்கான தனிக்குறியீடுகள் (ு, ூ போன்றவை) தேவையா?

இந்த முறையில் கொ என்னும் எழுத்து, க மற்றும் ஒ-வுக்கான குறியீடு என இரண்டாக இருக்கும். இந்த முறையில் ஒரு பெரிய குறைபாடு என்னவென்றால், இந்தக் குறியீடுகளை நேரடியாகத் திரையில் காண்பிக்க முடியாது. திரையில் எழுதத் தனியாக ஒரு இயக்கி (driver) தேவை. ஏற்கெனவே உள்ளிடுவதற்குத் தமிழுக்குத் தனியாக ஒரு சாவிப்பலகை இயக்கி (Keyboard driver) தேவை. இது தவிர்க்க முடியாதது. ஆனால், வெளியிட இன்னொரு இயக்கியைப் பயன்படுத்துவது கணிப்பொறியின் வேகத்தைக் குறைக்கும்; மென்பொருட்களின் சிக்கலை ஒரு படி உயர்த்தும்; ஒவ்வொரு எழுத்தையும் இரண்டு குறியீடுகளாக (மெய் + உயிர்) வைத்தல் கோப்புகளின் நீளத்தை அதிகரிக்கும். இதனால் சென்னைக் குறியீட்டில் இந்த முறை பயன்படுத்தப்படவில்லை.

6. மென்பொருட்களை எழுதப் பயன்படும் C + + போன்ற மென்பொருட்கள் ஆங்கிலத்தில் உள்ளன. நிரல்களை எழுதுவதும், அவற்றைச் சரிபார்ப்பதும், இடையில் தோன்றும் பகுதி விடைகளைப் பார்ப்பதும் ஆங்கிலத்தில்தான் நடைபெறுகிறது. இதனால், தமிழுக்கான குறியீட்டைப் பயன்படுத்தி மென் பொருளை எழுதினாலும், அதற்கான தமிழ் எழுத்துவகையை (Font) C + + போன்ற மொழி மாற்றிகளில், பகுதி விடைகளைக் காணப் பயன்படுத்த முடியாது. மேலும், தமிழ் எழுத்து வகையில் பார்க்காமலேயே தமிழில் உள்ளதை மாற்றம் செய்யவும் வேண்டியிருக்கும். இது ஒரு முக்கியமான பிரச்சினை என்பது இது போன்ற மென்பொருட்களை உருவாக்குவோருக்கு நன்கு தெரியும். மற்றவர்களுக்குத் தெரிய வாய்ப்புக் குறைவு. இந்தச் சிக்கலுக்குத் தீர்வு கண்டால் மட்டுமே நாளைய கணிப் பொறிக்குத் தமிழறிவு ஊட்ட முடியும்.

மொழிமாற்றத்திற்காக, தமிழ் இலக்கணம் பற்றி ஆய்வு செய்பவர் பலரும், 'எழுத்து மாற்றம்' (Transliteration) என்னும் யுக்தியைப் பயன்படுத்துவர். இதில் படம் என்ற தமிழ்ச்சொல் Padam என்று ஆங்கிலத்தில் எழுதப்படும். இது படிப்பதற்கு எளிது. ஆனால், இதற்கெனக் குறியீட்டை உருவாக்கும்போது அதில் சீர்மை இல்லாமல் போகிறது. மேலும், உள்ளீடு செய்யும் போது, தமிழ்ச் சொற்களை ஆங்கில எழுத்துகளுக்கு, படம் என்பதை padam என்பது போல்., மாற்ற வேண்டும். இந்த முறை ஆங்கிலம் தெரிந்தவர்களுக்குப் பயன்படுமே தவிர, ஆங்கிலம் தெரியாத கிராமப்புற மாணவனுக்கு உகந்ததன்று. அதனால், இந்த முறையைச் சென்னைக் குறியீடு பயன்படுத்தவில்லை.

7. கணிப்பொறிக்கு உள்ளே எழுத்தை மெய் + உயிர் என்ற இரண்டு குறியீடுகளாக வைத்து செயல்படும்போது நிரல்களை அமைப்பது சீராகவும், எளிமையாகவும் இருக்கும். நிரல்களும் விரைந்து செயல்படும். அதனால் கோப்புகளிலும், பயன்படுத்தும் எழுத்துவகைகளிலும் அப்படி இல்லாவிட்டாலும், எழுத்து வகைக் குறியீட்டிலிருந்து மெய் + உயிர் குறியீட்டுக்கும், மெய் + உயிர் குறியீட்டிலிருந்து எழுத்து வகைக் குறியீட்டிற்கும் செல்வது எளி தாக இருக்க வேண்டும்.

8. ஆங்கில மொழியைப் பயன்படுத்திச் செயல்படும்போதும் இது போன்ற சில மாற்றங்கள் தேவைப்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, Please என்ற சொல்லைத் தேடும்போது, அது

அப்படியே வேண்டுமா அல்லது எழுத்துகளில் பெரியது, சிறியது (Capital and Small) என்று வித்தியாசம் பார்க்காமல் தேடவேண்டுமா என்று கூற வேண்டும். இதைக் கணிப்பொறி விரைவாகச் செய்யும். ஏனென்றால், ஆங்கிலத்தில் ஒரு எழுத்தின் பெரிய, சிறிய வடிவத்திற்கான குறியீடுகள், ஒரு பிட்டில் (bit) மட்டுமே மாறி இருக்கும். இந்தச் சீர்மைதான் நிரலின் வேகத்தை அதிகரிக்கிறது. (ஆங்கிலத்தில் A, ... Z என்று முடிந்தவுடன், a, b..... தொடங்கவில்லை என்பதைக் கவனிக்கவும்). இது போன்ற சீர்மை தமிழுக்கும் தேவை.

மெய் + உயிர் குறியீட்டில் உள்ள தமிழ் எழுத்துகளை ஆங்கில எழுத்துவகையில் பார்த்தாலும், நிரலர் (Programmer) அதைப் புரிந்து கொள்ளக் கூடியதாகவும், அதில் எளிதில் மாற்றங்கள் செய்யக் கூடியதாகவும் இருக்க வேண்டும்.

இந்தக் குறியீடுகள் ஆங்கில எழுத்துகள் மற்றும் விசைப் பலகையிலுள்ள மற்ற குறியீடுகளாக இருந்தால்தான் இது முடியும். அதனால், மெய் + உயிர் குறியீட்டிற்கு 127க்கு உட்பட்ட இடங்களைப் பயன்படுத்துவது நல்லது.

சென்னைக் குறியீடு

சென்னைக் குறியீட்டின் இட அமைப்பையும், அதற்கான காரணம் மற்றும் நன்மையையும் இங்குப் பார்ப்போம்.

1. க முதல் ன வரையிலும், பின்பு ஸ, ஷ, ஜ, ஹ, க்ஷ மற்றும் ஸ்ரீ - 65 முதல் 88 வரை. இங்கு அகர உயிர்மெய்களில் அகர வரிசை பேணப்படுகிறது.

2. அ முதல் ஔ வரை பின்பு ஃ - 97 முதல் 111 வரை உயிர்கள் அகர வரிசையில் உள்ளன.

3. 64 என்ற குறியீடு) என்பது. 96 என்பது ° இது தமிழில் உள்ள மெய்ப்புள்ளி போல் உள்ளதைக் கவனிக்கவும்.

4. தமிழ் எழுத்துகளை மெய் + உயிர் என்ற முறையில் குறிப்பிட இந்த 24 + 13 + 2 = 39 எழுத்துகள் போதும். அப்படிக் குறிப்பிடும் முறை யாவது:

அ. உயிர் எழுத்துகள்) + உயிர். எடுத்துக்காட்டாக இ என்பது @c என வரும். தமிழ் எழுத்து வகையைப் பயன்படுத்தினால் இது , இ எனத் தெரியும்.

ஆ. மெய் எழுத்துகள் மெய் + °. எடுத்துக்காட்டாக - க் என்பது A என வரும். தமிழ் எழுத்து வகையில் இது க ° எனத் தெரியும்.

இ. உயிர் மெய் எழுத்துகள் மெய் + உயிர். எடுத்துக்காட்டாக கி என்பது Ac. தமிழ் எழுத்து வகையில் இது கஇ எனத் தெரியும்.

ஈ. ஆய்தம் @o என வரும், தமிழ் எழுத்துவகையில் இது) o° எனத் தெரியும். இவற்றை ஆங்கில எழுத்துகளில் பார்த்துப் புரிந்து கொள்வது நிரலருக்கு அவ்வளவு கடினமன்று. மாற்றுவதும் மிக எளிது. சாதாரணமாகத் தட்டச்சுச் செய்வோருக்கு இது பற்றித் தெரிய வேண்டியதில்லை.

5. தமிழில், மெய், அகர, இகர, உகர உயிர்மெய்கள் அதிகம் பயன்படும். மற்றவற்றின் வருகை குறைவாக இருக்கும். மெய், அகர உயிர்மெய், இகர உயிர்மெய், உகர உயிர்மெய் இவை ஒவ் வொன்றும் 23 எழுத்துகள் (ஸ்ரீ கிடையாது), இவை, (ஆங்கிலத்தில் A, a என இணைந்து வருவது போல், முறையே 129, 65, 161, 225 என்ற இடங்களில் தொடங்குகின்றன. இதனால், க, க், கி, கு என்ற நான்கிற்கும் கடைசி ஐந்து பிட்டுகள் ஒன்றாக இருக்கும். இது போன்று எல்லா மெய்களுக்கும் இருக்கும். மேலும், முதல் மூன்று பிட்டுகளைக் கொண்டு அந்த எழுத்தின் தன்மையை அறியலாம்.

6. இதே போல் ஈகார உயிர்மெய்களும் 193 இல் தொடங்கி வைக்கப்பட்டுள்ளன.

7. மெய், இகர உயிர்மெய், ஈகார உயிர்மெய் இவை ஒவ்வொன்றும் அது இருக்கும் வரிசையில் உள்ள 32 இடங்களில், முதல் 24 இடங்களை எடுத்துக் கொள்கின்றன. (முதல் இடத்தைப் பயன்படுத்தவில்லை). மீதி 3 x 8 = 24 இடங்கள் உள்ளன. இவற்றில் வரிசையாக ஊகாரங்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. கடைசி மூன்று பிட்டுகளின் சீர்மை கருதி கூ 153 ஆம் இடத்தில் தொடங்குகிறது.

8. ா, ெ, ே, ை என்ற நான்கு குறியீடுகளும், முறையே 112, 113, 114, 115 என்ற இடங்களில் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

9. ஆஸ்கி குறியீட்டில் 127 வரை உள்ள ஆங்கில எழுத்துகள் தவிர மற்ற சிறப்புக் குறியீடுகள் அப்படியே அதே இடங்களில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. @, மட்டும் இதற்கு விதிவிலக்கு.

10. தற்காலத்திற்குத் தேவையான '', '', ¼, ½, ¼, X, ÷ என்ற வேறு குறியீடுகளுக்கும் இடம் உள்ளது. இவை இதுபோன்ற மற்ற சில குறியீடுகளை ஒட்டி வருகின்றன.

11. எல்லா சிறப்புக் குறியீடுகளும் பழைய சிறப்புக் குறியீடுகளை ஒட்டி முதல் 128 இடங்களுக்குள் வருகின்றன. அல்லது 248 முதல் உள்ள கடைசி 8 இடங்களில் வருகின்றன.

12. தமிழ் எண்களுக்குத் தனியாக இடம் ஒதுக்கப்படவில்லை. 1,2,.... 0 என்று வரும் இடங்களில் அவற்றை வைத்து எழுத்து வகைகளை உருவாக்கிக் கொள்ளலாம்.

சென்னைக் குறியீட்டின் சிறப்புகள்

1. எந்த அளவிற்கு முடியுமோ அந்த அளவிற்குச் சீரான இட அமைப்பு.

2. ஒரு மெய் மற்றும் அதன் அகர, இகர, உகர உயிர்மெய்களுக்குக் கடைசி ஐந்து பிட்டுகள் ஒன்றாக இருக்கும். இது அந்த மெய் வரும் வரிசை எண்ணைக் கொடுக்கும். இந்த எழுத்துகளே தமிழில் அதிகம் வரும். அதனால், தமிழுக்கான மென் பொருட்களின் வேகம் அதிகரிக்கும். வருங்காலத்திற்கு இது மிக அவசியம்.

3. மெய் + உயிர்க் குறியீட்டில் நிரலர் வேலை செய்வது மிக எளிது. அந்தக் குறியீடு சென்னைக் குறியீட்டின் ஒரு பகுதியாக இருப்பதால், ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாறுவது எளிது. இந்த மாற்றங்களை விரைவாகச் செய்ய பிட்டுகளைப் பயன்படுத்தலாம். இந்த எளிமை தமிழுக்கான மென்பொருள் தயாரிப்பைத் துரிதப்படுத்தி ஊக்குவிக்கும்.

4. எழுத்துகளைத் திரையில் காண்பிக்கத் தனியாக ஓர் இயக்கி தேவையில்லை. இது நிரல்களை எளிமையாக்கும்.

5. உயிர், அகர உயிர்மெய் போன்றவை தமிழ் அகர வரிசையில் உள்ளது சொற்களின் அகர வரிசையாக்கத்தை எளிமையாக்கும்.

6. மெய், அகர, இகர, உகர உயிர்மெய்கள் தனித்தனி இடங் களில் இருப்பது கோப்புகளின் நீளத்தைப் பெரிதும் குறைக்கும். இவற்றின் சீரான இட அமைப்பு மென்பொருட்களின் வேகத்தை அதிகரிக்கும்.

7. ¬, ௵ என்ற குறியீடுகளைத் தனித்து வைக்காததும், ஔ என்பதை ஒரே எழுத்தாக வைப்பதும், நிரல்களின் சிக்கலைக் குறைக்கும்.

8. உள்ள இடங்களில் மிகச் சிலவே பயன்படுத்தப்படாமல் விடப்பட்டுள்ளன.

9. இது தமிழ் மொழியின் நன்மையை மட்டுமே கருத்தில் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட குறியீடு, மற்ற மொழிகளுக்குப் பொருந்தாது. ஆனால், இதிலிருந்து மற்ற மொழிக் குறியீடுகளுக்கு, இஸ்கி (ISCII) உட்பட, செல்வதும் வருவதும் எளிது.

10. ஆஸ்கி குறியீட்டில் உள்ள முதல் 128 இடங்களில் ஆங்கில எழுத்துகள் மட்டுமே அழிக்கப்பட்டு அங்குத் தமிழ் எழுத்துகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. 128க்கு மேலே உளள இடங்களில் கடைசி 8 இடங்கள் தவிர மற்ற இடங்களுக்குள் மட்டுமே தமிழ் எழுத்துகள். இவையும் மென்பொருட்களின் சிக்கலைக் குறைக்கும்.

11. எழுத்துகள் அழகாக அச்சிடப்பட, இகர ஈகார உயிர்மெய்கள் தனித்தனி எழுத்துகளாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. தேவையான புதிய சிறப்புக் குறியீடுகளுக்கும் இங்கே இடம் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளது.

12. அறந்தை விசைப்பலகையில், புதிய குறியீடுகளான ¼, x, ÷, ... என்பவற்றை நேரடியாகச் சாவியைத் தட்டிப் பெறுவதற்காக இப்போது அவற்றுக்கு எல்லாமே மேல் தளத்தில் (Shift positions) எளிதில் நினைவில் நிற்கும்படியாக, இட ஒதுக்கீடு செய்யப்பட்டுள்ளது.

13. இந்தக் குறியீட்டைப் பயன்படுத்திச் சில தமிழ் மென்பொருட்கள் உருவாக்கப்பட்டு வருகின்றன. நிரல் உருவாக்கத்தில் இந்தக் குறியீட்டின் பயன் நேரடியாகச் சோதிக்கப்பட்டு வருகிறது.

முடிவுரை

தமிழ் எழுத்துக்ளின் அழகு கெடாமல், நாளைய உலகிற்குத் தேவைப்படும் வேகத்திற்கு ஈடு கொடுக்கும் வகையில் சென்னைக் குறியீடு உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. சென்னைக் குறியீட்டின் சீர்மையும், எளிமையும், நன்மையும் நிரலர் மற்றும் எழுத்துவகைத் தயாரிப்பாளர் என்ற இரு சாரார் கவனத்தையும் ஈர்க்கும் என நம்புகிறோம். இங்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது, சென்னைக் குறியீட்டின் முதல் வடிவம். தேவையானால் சில சிறு மாற்றங்கள் செய்து செப்பனிட்டுக் கொள்ளலாம்.

சென்னைக் குறியீடு

எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு
32		64	)	96	°	128		160		192		224	
33	!	65	க	97	அ	129	க்	161	கி	193	கீ	225	கு
34	"	66	ங	98	ஆ	130	ங்	162	ஙி	194	ஙீ	226	ஙு
35	#	67	ச	99	இ	131	ச்	163	சி	195	சீ	227	சு
36	$	68	ஞ	100	ஈ	132	ஞ்	164	ஞி	196	ஞீ	228	ஞு
37	%	69	ட	101	உ	133	ட்	165	டி	197	டீ	229	டு
38	&	70	ண	102	ஊ	134	ண்	166	ணி	198	ணீ	230	ணு
39	'	71	த	103	எ	135	த்	167	தி	199	தீ	231	து
40	(	72	ந	104	ஏ	136	ந்	168	நி	200	நீ	232	நு
41	)	73	ப	105		137	ˇ ப்	169	பி	201	பீ	233	பு

எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு
42	*	74	ம	106	ஐ	138	ம்	170	மி	202	மீ	234	மு
43	+	75	ய	107	ஒ	139	ய்	171	யி	203	யீ	235	யு
44	,	76	ர	108	ஓ	140	ர்	172	ரி	204	ரீ	236	ரு
45	—	77	ல	109		141	ல்	173	லி	205	லீ	237	லு
46		78	வ	110	ஔ	142	வ்	174	வி	206	வீ	238	வு
47	/	79	ழ	111	ஃ	143	ழ்	175	ழி	207	ழீ	239	ழு
48	0	80	ள	112	ா	144	ள்	176	ளி	208	ளீ	240	ளு
49	1	81	ற	113	ெ	145	ற்	177	றி	209	றீ	241	று
50	2	82	ன	114	ே	146	ன்	178	னி	210	னீ	242	னு
51	3	83	ஸ	115	ை	147	ஸ்	179	ஸி	211	ஸீ	243	ஸு

எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு	எண்	குறியீடு
52	4	84	ஷ	116	√	148	ஷ்	180	ஷி	212	ஷீ	244	ஷ ு
53	5	85	ஜ	117	×	149	ஜ்	181	ஜி	213	ஜீ	245	ஜ ு
54	6	86	ஹ	118	+	150	ஹ்	182	ஹி	214	ஹீ	246	ஹ ு
55	7	87	க்ஷ	119	''	151	க்ஷ்	183	க்ஷி	215	க்ஷீ	247	க்ஷ ு
56	8	88	ஸ்ரீ	120	''	152		184	நூ	216	ஞு	248	¼
57	9	89	@	121	'	153	க	185	பூ	217	றா	249	½
58	:	90	≠	122	'	154	ஙு	186	மூ	218	ஞா	250	¾
59	;	91	[	123	{	155	கு	187	யூ	219	ஸ ூ	251	±
60	<	92	\	124	|	156	ஞா	188	ரூ	220	ஷ ூ	252	≈
61	=	93	]	125	}	157	ஞ	189	லூ	221	ஜ ூ	253	√
62	>	94	^	126	~	158	ஞா	190	வூ	222	ஹ ூ	254	
63	?	95	—	127		159	ஜா	191	ழூ	223	க்ஷ ூ	255	

ஒரக அணுக்கள்

இரா. து. இராசன் *

எந்தப் பொருளுக்கும் மூன்று நிலைகள் உண்டு. அவை திண்ம நிலை (Solid) நீர்மநிலை (liquid) வளிமநிலை(Gaseous) எனப்படும். பொருள் எந்த நிலையில் இருந்தாலும் அது தனிமம் (Element) ஆகவோ சேர்மம்(Compound) ஆகவோ இருக்கும். தனிமம் என்பது ஒரே தன்மை கொண்ட அணுக்களால் ஆனது. சேர்மம் என்பது பெயருக்குத் தகுந்தாற் போன்று மாறுபட்ட தன்மைகள் கொண்ட தனிமங்களின் கூட்டாகும்; மூலக்கூறுகளால் ஆனது. எடுத்துக் காட்டாக, தங்கம், வெள்ளி, தாமிரம் போன்றவை தனிமங்கள் ஆகும். நாம் சமையலுக்குப் பயன் படுத்தப்படும் உப்பு, சேர்மம் ஆகும்.

தனிமத்தில் உள்ள ஏதாவது ஒரு சிறு துண்டை எடுத்து மேலும் சிறு சிறு துண்டுகளாக உடைத்துக் கொண்டே வந்தால், இறுதியில் தனிமத்தின் உள்ளார்ந்த பண்பை உணர்த்தும் மிகச் சிறிய துகளான அணுவில் வந்துமுடியும். ஆகவே, தனிமம் ஒன்றின் அடிப்படைத் துகள் அணு ஆகும்.

அணு கோள வடிவினதாகும். அதன் மையப் பகுதிக்கு அணுக்கரு (Nucleus) என்று பெயர். அணுக் கருவினுள் நேர் மின்னூட்டம்(Positive Charge) கொண்டுள்ள புரோட்டான் என்ற துகளும் மின்னூட்டம் இல்லாத நியூட்ரான் என்ற துகளும் இடம் பெற்றுள்ளன. அணுக்கருவை மையமாகக் கொண்டு எதிர் மின் னூட்டம் உடைய எலக்ட்ரான்கள் வட்டப்பாதையில் சுற்றி வரு கின்றன. சுருங்கக் கூறின் அணுவானது ஒரு குட்டி சூரிய மண்டல மாகக் காட்சி அளிக்கிறது.

புரோட்டானும் நியூட்ரானும் சம நிறை உடையவை. ஆனால், எலக்டரானின் நிறை புரோட்டான் அல்லது நியூட்ரான் நிறையைப் போன்று சற்றேறக்குறைய 2000-இல் ஒரு பங்கு ஆகும். எனவே, எலக்ட்ரானின் நிறை புறக்கணிக்கத்தக்கது. இதன் காரண

* இயற்பியல் துறை, அண்ணா பல்கலைக் கழகம்

மாக அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான் மற்றும் நியூட்ரான் ஆகிய துகள்களின் மொத்த நிறையே அணு நிறை ஆகும்.

எந்த ஓர் அணுவும், மின்னூட்டச்சமன் (Charge neutrality) பெற்றிருப்பதால், எதிர் மின்னூட்டம் கொண்டுள்ள எலக்ட்ரான் துகள்களின் எண்ணிக்கையும் நேர் மின்னூட்டம் கொண்டுள்ள புரோட்டான் துகளின் எண்ணிக்கையும் ஒன்றுக்கொன்று சமம் ஆகும். ஓர் அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான் (அல்லது புரோட்டான்) எண்ணிக்கை அணு எண் (Atomic number) எனப்படும்.

அணுவின் இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகளை (Physico-chemical properties) நிர்ணயம் செய்வது அணு எண் ஆகும். தற்போது 100க்கும் மேற்பட்ட தனிமங்கள் உள்ளன. இத்தனிமங்களின் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு அட்டவணை ஒன்று அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அட்டவணையில் ஒத்த இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகள் கொண்ட தனிமங்கள், ஓர் ஒழுங்குக்கு உட்பட்ட தொகுதிகளாக வரையறை செய்யப்பட்டுள்ளன. இந்த அட்டவணைக்கு தனிமங்களின் பண் பொழுக்கு அட்டவணை (Periodic table) என்று பெயர்.

தனிமம் ஒன்றின் பண்பை வரையறை செய்வது அணு என்பதால், தனிமத்தில் உள்ள எல்லா அணுக்களும் ஒரே அணு எண்ணைப் பெற்றிருக்கவேண்டும். ஆனால், அவை மாறுபட்ட அணு எடையைப் பெற்றிருக்கக்கூடும். இதற்குக் காரணம் ஒரு தனிமத்தின் அணுக்கள் ஒரே எண்ணிக்கையில் நியூட்ரான்களைப் பெற்றிருப்பதில்லை. சான்றாக, ஹைடிரஜன் (Hydrogen) என்ற தனிமத்தில், ஒரு புரோட்டான் உடைய அணு இருந்தால் அது ஹைடிரஜன் எனப்படும். புரோட்டானுடன் ஒரு நியூட்ரான் கூட்டினால் அது டாய்டீரியம் (Douterium) அணு எனப்படும். மேலும் ஒரு நியூட்ரான் கூட்டினால் அது டிரிட்டியம் (Tritium) அணு எனப்படும். எனவே, ஹைடிரஜன் என்ற தனிமத்திற்கு மூன்று விதமான அணுக்கள் உள்ளன. இந்த மூன்று விதமான அணுக்களும் ஒரே அணு எண் கொண்டவை. ஆனால், அவற்றின் அணு நிறை மாறுபடுகின்றன. அணு நிறை 2 கொண்ட டாய்டீரியம், அணு நிறை 3 கொண்ட டிரிட்டியம் ஆகியவை ஹைடிரஜன் தனிமத்தின் ஐசோடோப்புகள் (Isotopes) அதாவது **ஓர் அக அணுக்கள்** எனப்படுகின்றன.

எனவே, ஐசோடோப்பு எனப்படுவது, ஒரு தனிமத்தில், ஒரே அணு எண்ணையும் மாறுபட்ட அணு நிறையையும் உடைய

அணுக்களைக் குறிக்கும். தனிமத்தின் அடிப்படைத் துகளாக விளங்கும் இந்த அணுக்கள் ஒரே அணு எண்ணைப் பெற்றிருப்பதால், அவை பண்பொழுங்கு அட்டவணையில் ஒரே இடத்தில் அமையும். ஆகையால், அவை ஓரக அணுக்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

ஐசோடோப்புகள், அதாவது ஓரக அணுக்கள் இரண்டு வகைப்படும். அவை நிலையுற்ற அல்லது சிதைவுறா (Static) ஐசோடோப்புகள், சிதைவுறு அல்லது கதிரியக்க (Radio Active) ஐசோடோப்புகள் எனப்படும். கதிரியக்கம் (Radio-Activity) என்பது தனிமங்கள் தன்னிச்சையாகச் சுயச் சிதைவு அடைதல் ஆகும். இச்சிதைவின் போது, ஆல்ஃபா, பீட்டா, காமா எனும் தனிப் பண்புகளை உடைய மூன்று கதிர்வீச்சுகள் அணுக்கருவிலிருந்து வெளியேறுகின்றன. ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் ஹீலியம் என்ற தனிமத்தின் அணுக்கருவைக் கொண்டிருக்கின்றன. பீட்டாக் கதிர்கள் மிக வேக எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ளன. காமாக் கதிர்கள் மிகக் குறுகிய அலைநீளம் கொண்ட அலைகளாகும்.

கதிரியக்கம், இயற்கைக் கதிரியக்கம் தூண்டப்பட்ட கதிரியக்கம் (induced radioactivity) என இருவகைப்படும் இயற்கைக் கதிரியக்கம் எந்தவிதத் தூண்டுதலும் இல்லாமல் தானாகவே நடக்கும் நிகழ்ச்சி ஆகும். 82க்கு மேற்பட்ட அணு எண்ணை உடைய கன மான தனிமங்கள் இயற்கைக் கதிரியக்கம் கொண்டவை 82க்குக் குறைவான அணு எண்ணை உடைய தனிமங்களில் கதிரியக்கம் தூண்டக்கூடியதாக இருக்கிறது. கதிரியக்கத்தின் தோற்றுவாய் எது வாக இருந்தாலும், அது எப்போதும் தன்னிச்சையாகவே நடக்கக் கூடியது. மேலும், ஒரு பொருளை உருக்கக் கூடிய சூடோ, உறையச் செய்யக் கூடிய குளிரோ மற்றும் காந்தப் புலமோ, மின்புலமோ கதிரியக்கத்தைப் பாதிப்ப தில்லை. சுருங்கக்கூறின், புறச் சூழல்களால் பாதிக்கப்படாத ஒரு முழுமையான அணுக்கரு நிகழ்ச்சியாகக் கதிரியக்கம் விளங்குகிறது.

அணு எண் 82க்குக் கீழ் உள்ள அணுக்களைக் கொண்ட தனிமங்களை புரோட்டான், நியூட்ரான், போன்ற துகள்களைக் கொண்டு தாக்கும் பொழுது, அவற்றில் கதிரியக்கம் தூண்டப்படுகிறது. அணு உலையில் நியூட்ரான் பெரும் எண்ணிக்கையில் கிடைப்ப தால் பெரும்பாலும் நியூட்ரான்களைக் கொண்டே செயற்கைக் கதிரியக்கம் அல்லது தூண்டப்பட்ட கதிரியக்கம் கொண்ட.ஐசோ டோப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. செயற்கைக் கதிரியக்க ஐசோ டோப்புகள் ஆல்ஃபா, பீட்டா, காமா, கதிர்களோடு நேர் மின்னூட்டம் கொண்ட பாஸிட்ரான் (Positron) துகளையும் வெளிவிடும்.

கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் இயற்பியல், உயிரியல், மருத்துவம், தொழில்துறை வேளாண் துறை மற்றும் பிற துறை களிலும் பரவலாகவும், திறம்படவும் பயன்படுகின்றன. இந்தப் பயன்பாட்டில், கையாளப்படும் முறைகளில் குறிப்பிடத்தக்க முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது கதிரியக்கக் குறிகாட்டி (Radio tracer of Indicator) முறை ஆகும்.

குறிகாட்டி என்றால் என்ன என்பதைச் சற்று பார்ப்போம். ஓர் அமைப்பின் இயக்கவியல் பண்புகளை அறிய முற்படுவதாகக் கொள்வோம். அந்த அமைப்பின் பிரதிநிதியாக, அதனின் ஒரு சிறு பகுதியை நாம் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். அங்ஙனம் தேர்ந்தெடுத்த சிறு பகுதியை அமைப்பின் ஊடே செலுத்தவேண்டும். அந்தச் சிறு பகுதி அமைப்பின் ஊடே செல்லும்போது அதன் தடத்தைப் பின் தொடர்ந்து அதன் செயல் பண்பினை அறிய வேண்டும். அங்ஙனம் அறிவதன் மூலம், அமைப்பின் இயக்கவியல் பண்புகளை நாம் தெளிவாக உணரலாம். தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சிறு பகுதிக்குக் குறி காட்டி என்று பெயர்.

குறிகாட்டி இரண்டு பண்புகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். ஒன்று குறிகாட்டியின் பண்பும், அமைப்பின் பண்பும் ஒன்றாக இருக்கவேண்டும். மற்றொன்று குறிகாட்டிஅமைப்பின் ஊடே செல் லும்போது அடையாளங் கண்டு கொள்ளக்கூடிய அளவிற்கு அமைப்பி னின்றும் வேறுபட்டு இருக்கவேண்டும். குறிகாட்டி, அமைப்பின் ஒரு பகுதியாக இருந்தால், அமைப்பின் பண்பும் குறிகாட்டியின் பண்பும் ஒத்து இருக்கும். ஆனால், அடையாளம் கண்டுகொள்ளக்கூடிய அளவிற்கு அமைப்பி னின்றும் வேறுபட்டதாக இருக்கும். ஆனால் செயல் பண்பும் அமைப்பின் செயல்பண்பும் ஒத்து இருக்குமா என்பது கேள்விக்குறியே.

எனவே, குறிகாட்டிக்குத் தேவையான இரண்டு பண்புகள் ஒன்றுக்கொன்று முரண்பட்டு இருப்பதால், குறிகாட்டியைத் தேர்ந் தெடுப்பதில் சிக்கல்கள் ஏற்படுகின்றன, இந்தச் சிக்கலைத் தீர்க்க ஏதாவது ஒரு பண்பை நாம் விட்டுக்கொடுக்க வேண்டி இருக் கிறது. எந்தப் பண்பை, எந்த அளவுக்கு விட்டுக் கொடுக்க வேண்டும் என்று தெரியாமல் நாம் தவித்துக்கொண்டிருக்கையில், நமக்கு மிகச் சிறந்த குறிகாட்டியாகக் கைகொடுத்து உதவுவது கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள். இவை ஏன் சிறந்த குறிகாட்டியாக விளங்கும் திறன் பெற்றிருக்கின்றன என்பதற்கு நான்கு காரணங்கள் உள்ளன. முதலா வது, கதிரியக்கம் சுற்றுச்சூழல்களால் எந்தப் பாதிப்பும் அடை வதில்லை. எனவே, எந்த அமைப்பில் வைத்தாலும், கதிரியக்கக் குறிகாட்டிகள், கதிர்வீச்சு நடத்தும் அந்தக் கதிர்வீச்சுக் கொண்டே அதன் தடத்தை நாம் அறிவோம்.

இரண்டாவது, ஐசோடோப்புகள் அணுநிறையில் மட்டுமே மாறுபடுகின்றன, எனவே அவை எந்த அமைப்பில் இருந்தாலும் அந்த அமைப்பில் இயற்பியல் வேதியல் பண்புகளைப் பெரும் பாலும் மாற்றா. எனவே குறிகாட்டிக்குத் தேவை என்று முன்னர் சுட்டிக் காட்டிய இரண்டு பண்புகள் கதிரியக்க ஐசோடோப்பு களில் ஒருங்கே அமைந்துள்ளன.

மூன்றாவது ஒரு கிராமில் பத்து இலட்சத்தில் ஒரு பங்கு கதிரியக்க ஐசோடோப்பு எடுத்து ஒரு லிட்டர் நீர்மத்தில் கரைத்தாலும், அதனை நாம் எளிதில் கண்டுணரலாம். இந்தப் பண்பு கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளுக்கு மட்டுமே உரிய விரும்பத்தக்க பண்பு ஆகும். இந்தப் பண்பின் காரணமாகவும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் தாம் சார்ந்துள்ள அமைப்பின் பண்புகளைப் பாதிப்பதில்லை.

நான்காவது, மற்ற பகுப்பாய்வு முறையில் தீர்க்க முடியாத சிக்கல்களையும் தீர்க்கவல்ல மாபெரும் திறன் கொண்டவை கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் ஆகும். சான்றாக, இரத்தம் ஏற்றப்பட்ட நோயாளியின் உடலுக்குள் சென்ற சிவப்பு அணுக்கள் எப்படிச் செயல்புரிகின்றன என்பதை அறிவது மிகவும் கடினம். இதற்குக் காரணம், ஏற்கனவே, நோயாளியின் உடம்பில் இருக்கும் சிவப்பு அணுக்களுக்கும் ஏற்றப்பட்ட இரத்தத்தில் உள்ள சிவப்பு அணுக்க ளுக்கும் எந்த விதத்திலும் வேறுபாடு கிடையாது. ஆனால், கதி ரியக்க ஐசோடோப்பைக் கொண்டு இரண்டையும் வேறுபடுத்திக் காணலாம். இதே போன்று, பயிர்கள், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, நீர் இரண்டையும் உறிஞ்சிச் சூரிய ஒளியின் உதவியால் அவற்றைச் சர்க்கரை மற்றும் ஸ்டார்ச்சு ஆக மாற்றுகையில் ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுகின்றன. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, நீர் இரண்டிலும் ஆக்ஸிஜன் இருக்கிறது. எனவே, பயிர் வெளியிட்ட ஆக்ஸிஜன் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடில் இருந்து வந்ததா அல்லது நீரில் இருந்து வந்ததா அல்லது மேற்படி இரண்டிலிருந்தும் வந்ததா ஐயப்பாடு எழுகிறது. இந்த ஐயப்பாட்டினைக் கதிரியக்க ஐசோடோப்பு மூலமே தீர்க்கமுடியும். பயிர் வெளியிட்ட ஆக்ஸிஜன், நீரில் இருந்து வந்துள்ளது எனக் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் தெரிவிக்கின்றன.

இனி, ரேடியோ ஐசோடோப்புகள் குறிகாட்டியாக எங்ஙனம் பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுகின்றன எனக் காண்போம் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளைக் குறிகாட்டியாக முதல் முதலில் பயன்படுத்திய பெருமை 1943இல் நோபல் பரிசு பெற்ற ஜியார்ஜ் ஹெ விசி என்ற அறிவியலாரைச் சாரும் இவர், 1911இல் தாம் குடியிருந்த வீட்டின் பெண் உரிமையாளர் தமக்கு அளித்து வந்த உணவு பழையது என்று மெய்ப்பிக்கத் தடயம் ஒன்றைக்காண முயன்றார் அவ்வமயம், கதிரியக்க

ஐசோடோப்பு ஒன்றைக் குறிகாட்டியாகப் பயன்படுத்தினால் என்ன என்று அவர் மனத்தில் பட்டது. எனவே, ஒருநாள் ஞாயிறு தம் வீட்டின் பெண் உரிமையாளர் தமக்குப் பரிமாறிய உணவைச் சாப்பிட்டது போக மீதியில் கதிரியக்கத் தோரியத்தைக் கலந்துவிட்டார். மூன்று நாள் கழித்து அதே பழைய உணவைத் தமக்குப் பரிமாறினார் என்பதை, அங்ஙனம் பரிமாறப்பட்ட உணவிலிருந்து வந்த கதிரியக்கம் மூலம் உணர்ந்தார். இந்தப் பயன்பாட்டிற்குப் பிறகு கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் ஏற்கெனவே கூறியது போல் பல துறைகளில் பயன் அளித்த வண்ணம் இருக்கின்றன.

மருத்துவத் துறையில் நோய் கண்டறிவதற்கு இவை பயன்படுகின்றன. நோயாளியின் உடலில் சோதித்துப் பார்க்கவேண்டிய உறுப்பு எந்தத் தனிமத்தை எளிதில் கவர்கிறது என்று மருத்துவர் அறிவார். அத்தனிமத்தின் கதிரியக்க ஐசோடோப்பு ஒன்று மருந்தோடு கலந்து நோயாளிக்கு அளிக்கப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட உறுப்பு மருந்தைக் கவர்கிறது. மருந்தில் கதிரியக்க ஐசோடோப்பு கலந்து இருப்பதால் மருந்தைக் கவர்ந்த உறுப்பிலிருந்து கதிர்வீச்சு வெளிப்படுகிறது. கதிர்வீச்சை அறிய கைகர் எண்ணி (Giger counter) எனும் கருவி உறுப்புக்கு அருகில் வைக்கப்படுகிறது. அந்தக் கருவி கதிர்வீச்சின் செறிவு(Intensity) எவ்வளவு இருக்கிறது என்று கண்டறிந்து உறுப்பு என்ன நிலையில் இருக்கிறது என்ற தெளிவாக விளக்கும். சான்றாக, தைராய்டு சுரப்பியானது அயடினை எளிதில் கவர்ந்து கொள்ளும் தன்மை வாய்ந்தது. கதிரியக்க அயடின் நோயாளிக்குத் தரப்படுகிறது. இயல்பு நிலையில் இருக்கும் தைராய்டு சுரப்பி குறிப்பிட்ட அளவுதான் அயடினை உள்ளேற்கும். இந்த அளவுக்குக் குறைவாகவோ கூடுதலாகவோ அது அயடினை உள்ளேற்குமாயின் தைராய்டு சுரப்பியில் இருந்து வரும் கதிர்வீச்சின் செறிவு இயல்பான அளவிலிருந்து மாறுபடும். இந்த மாறுபாட்டினை, கைகர் எண்ணி தெளிவாகப் பதிவு செய்து காட்டும் ஆகவே, தைராய்டு சுரப்பியில் கோளாறு இருக்கிறது என்று உணர்ந்து மருத்துவர் தகுந்த சிகிச்சை செய்யலாம்.

வேளாண்துறையில், பயிர்கள், உரங்களை என்ன வேகத்தில் உட்கொள்கின்றன அவற்றின் வளர்ச்சிக்கும் விளைச்சலுக்கும் உரங்கள் எப்படித் துணை புரிகின்றன என்பதை ரேடியோ ஐசோடோப்புகள் (கதிரியக்க பாஸ்பரஸ்) கலந்த உரங் களைப்பயிர்களுக்கு இட்டு ஆராய்ந்தறியலாம். எனவே, பயிரின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற உரம் எது? நல்ல விளைச்சல் தரும் உரம் எது? என்பனவற்றை அறிந்து

தேவைக்கேற்ப உரம் தயார் செய்யலாம் இதற்குத் கதிரியக்க பாஸ்பரஸ் கலந்த உரங்கள் பெரிதும் துணை புரிகின்றன.

உயிரியல் துறைகளில். கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் மூலம், மனித, விலங்கின, பயிரின அமைப்புகளில் பாஸ்பரசின் வளர்சிதை மாற்றம் நீணநீர்ச் சுழற்சியின் வேகம் (Rate of Lymph circulation) உயிர் வாழ்பொருளின் உறுப்புக்குரிய சேர்மங்களின் ஆக்கத் தொடர் வரிசை (Sentence) உயிரணுச் சுவரில் ஊடுருவல் திறன் போன்ற பல ஆராயப்படுகின்றன.

இயற்பியல், வேதியியல் துறைகளில், மிகக்குறைந்த அளவு கரையும் பொருள்களின் கரையும் தன்மையைக் கணக்கிடவும், திடப் பொருள்களில் விரவல் வீதம் (rate of diffusion) அளவிடவும், மேற் பரப்பு நிகழ்ச்சிகளை (Surface Phenomena) ஆராயவும், பரிமாற்றங்கள் மற்றும் பிற ஆய்வுகளிலும் கதிரியக்கக் குறிகாட்டிகள் பயன்படு கின்றன.

தொழில் துறையில் கதிரியக்கக் குறைகாட்டிகளின் பயன் அளிப்பரிது: தரக் கட்டுப்பாடு (Quality control) துறையில் எண்ணிறந்த பயன்பாடுகளைக்கொண்டுள்ளன. தவிர எந்திரங்களில் ஏற்படும் தேய்மானம், எண்ணெய் மற்றும் நீர் அடியில் புதைத்து வைத்துள்ள நீண்ட தேக்கத் தொட்டிகளிலும் ஏற்படும் கசிவை, அறிவதற்கும் கதிரியக்கக் குறிகாட்டிகள் பயன்படுகின்றன.

துத்தநாக சல்பைடு என்ற நின்றொளிர் பொருளுடன் (Flourescent material) கதிரியக்கத் தோரியத்தைக் கலந்து ஒளிர்தலைத் தோற்றுவித்து ஒளிரும் வண்ணங்கள் (Luminescent paints) உரு வாக்கப்படுகின்றன. இந்த வண்ணத்தைச் சுவர்க்கடியாரம், கைக்கடி யாரம் ஆகியவற்றின் முட்களில், எண்களில் நெடுஞ்சாலை யில் போக்குவரத்துக் குறிப்புப் பலகையில் பூசி இருளில் அவற் றைத் தெரியச் செய்ய முடியும். அயராத முயற்சியாலும், அறிவுத் திறத்தாலும், ஆய்வுத் தரத்தாலும் கதிரியக்கத்தைக் கண்டுபிடித்து மனித சமுதாயத்திற்கு அளித்து பெருந் தொண்டு ஆற்றியுள்ள அறி வியல் அறிஞர்களுக்கு நாம் என்றென்றும் கடமைப்பட்டுள்ளோம்.

★★★

மீக்கடத்தியல் - ஓர் அறிமுகம்

பொறிஞர் உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை*

1.0 சொல்லும் பொருளும்

அண்மைக் காலத்தில் மிக வேகமாக வளர்ந்துவரும் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பம் சார்ந்த துறையே மீக்கடத்தியல். இது அறிவியலின் பகுதியாக இயற்பியலில் மின்னியல் சார்ந்த துணைப்பிரிவாகும். தொழில்நுட்பம் சார்ந்த வகையில் மின்பொறியியலின் ஒரு பிரிவாகும்.

Superconduction என்பதை மீக்கடத்தல் எனக்கூறுகிறோம். மீமனிதன் எனும் போது மீ என்ற முன்னொட்டு 'உயர்ந்த' என்ற பொருளிலும் மீ ஒலிவேக வானூர்தி எனுனம்போது 'கூடுதலான' என்ற பொருளிலும் வழங்கப்படுகிறது. மீக்கடத்தல் என்ற சொல் தடையே இல்லாத நிலையில் ஏற்படும் 'பெரளவு' மின்டத்தலைக் குறிக்கிறது. எனவே, இங்கு 'மீ' என்ற முன்னொட்டு பேரளவு என்ற பொருளில் வழங்குகிறோம்.

'மின்கடத்தல்' என்னும் போது மின்னோட்டம் உலோகங்கள் மூலம் பாய்ந்து செல்வதைக் குறிக்கிறது. நீர்மங்கள், வளிமங்கள் ஊடே மின்சாரம் பாய்வதையும் மின்கடத்தல் என்றுதான் கூறுகிறோம்.

இயல்பான மின்கடத்தல் நிகழ்வில் மின்கடத்தலுக்கு எதிராகப் பொருள்கள் தடையைத் தருகின்றன. இதை மின்தடை (Electrical Resistance) என்கிறோம். குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் தடையே தராமல் சில குளிர்ச்சியான பொருள்கள் மின்னோட்டத்தைத் தம்மூடே பாய விடுகின்றன. இப்படிப் பாயும் போது மின்னோட்டம்

---

* செயற்பொறியாளர், தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம், அண்ணாசாலை, சென்னை - 600 002.

பேரளவாக அமைகிறது. இந்த ஒட்டுமொத்த நிகழ்வைத்தான் மீக்கடத்தல் (Superconduction) என்ற சொல் சுட்டுகிறது. மீக் கடத்தல் நிகழும் பொருள்கள் மீக்கடத்திகள் எனப்படுகின்றன.

அறிவியலில் 'இயல்' என்ற சொல் அறிவியல்துறை என்ற பொருளிலும் 'இயல்புடைய' என்ற உரிச்சொற் பொருளி லும் பயன்படுகிறது. ஒளியியல் பொருள்கள் என்பது ஒளி இயல் புடைய பொருள்கள் என்ற விரிந்த பொருள் குறிப்பதாகும். ஒளியியல் என்ற சொல் ஒளியைப் பற்றி ஆயும் அறிவியல் துறைப்பிரிவைக் குறிக்கிறது. எனவே, மீக்கடத்தியல் என்ற சொல் மீக்கடத்தலைப் பற்றியும் ஆயும் அறிவியல் என்ற பொருளில் கையாளப்படுகிறது.

ஆகவே, மீக்கடத்தியல் என்ற அறிவியல் துறை குளிர்ச்சி யான நிலையில் சில பொருள்கள் மின்னோட்டத்திற்குத் தடை யேனும் தராமல் உள்ள நிலைமையில் நிகழும் பேரளவு மின்கடத்தலைப்பற்றியும் அந்நிகழ்வின் பயன்பாட்டைப்பற்றி யும் ஆயும் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத் துறையாகும்.

2.0 கண்டுபிடிப்பு

மீக்கடத்தலை அறிவியல் உலகம் முதன் முதலாகச் சந்திக்க நேர்ந்தது கிட்டத்தட்ட 86 ஆண்டுகளுக்கு முன்பாகும். 1911 ஆம் ஆண்டு டச்சு நாட்டு இயற்பியல் வல்லுநரான காமர்லிங் ஒயின்ஸ் என்பார் சுழி கெல்வின் வெப்பநிலையை ஆய்வகத்தில் அடையமுயலும் ஒரு செய்முறையில் ஈடுபட்டிருந் தார். அப்போது பாதரசத்தின் வெப்பநிலை 4.2 கெல்வி னுக்கும் குறையும் போது பாதரசத்தின் மின் தடை திடீரெனக் குறைந்து சுழியாதலை அவர் கண்டார்.

3.0 உய்ய வெப்பநிலை

ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை எந்த வெப்பநிலைக்குக் கீழாக செல்லும்போது மின்தடை சுழியாகிறதோ அந்த வெப்ப நிலை மாறுநிலை வெப்பநிலை (Transition Temperature) அல்லது உய்ய வெப்பநிலை (Critical Temperature) என்கிறோம். இந்த வெப்பநிலை மதில்மேல் பூனை போன்ற வெப்பநிலையாகும். இந்த வெப்ப நிலைக்கு மேலே பொருள்கள் மின்னோட்டத்

துக்குத் தடையளிக்கும். இந்த வெப்ப நிலைக்குக் கீழே மின் தடை சுழியாகிவிடும். இந்த வெப்பநிலையில் பொருளின் பண்பு ஒருநிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்குப் பெயர்வதால் இந்த வெப்பநிலையைப் பெயர்வு வெப்பநிலை என்றும் கூறலாம்.

மீக்கடத்தல் என்ற நிகழ்வு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலை களுக்குக் கீழே தனிமங்கள், சேர்மங்கள், உலோகக் கலவைகள், பகுதிக்கடத்திகள் (Semi Conductors) ஆகிய பல்வகைப்பட்ட பொருள்களிலும் நிகழ்வதை இயற்பியல் வல்லுநர்கள் கண் டறிந்துள்ளனர். ஆஃப்னியம், (Hf) துத்தநாகம் (Zn), அலுமினியம் (Al), வெள்ளீயம் (Sn), பாதரசம் (Hg), காரீயம் (Po), நீயோமியம் (No) ஆகிய தனிமங்களின் உய்ய வெப்ப நிலைகள் முறையே *0.35, 0.79, 1.14, 1.69, 4.12, 7.26, 9.32* கெல்வின் என ஆய்வு மூலம் அளந்தறியப்பட்டுள்ளன. நியோபிய நைட்ரைடு என்ற சேர்மத்தின் உய்ய வெப்பநிலை *14.79* கெல்வின் ஆகும். நியோபியம் - அலுமினியம், நியோபியம் - வெள்ளீயம், நியோபியம் - ஜெர்மேனியம் ஆகிய உலோகக் கலவைகளின் உய்ய வெப்பநிலைகள் முறையே *18.00, 18.10, 23.65* கெல்லின் எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

ஜெர்மேனியம் - டெலுரைடு, நியோபியம் ஆக்சைடு ஆகிய ஒருவழிக் கடத்திகளின் உய்ய வெப்பநிலை முறையே *0.30, 1.25* கெல்வின் ஆகும். மேற்கூறியவற்றிலிருந்து உலோகங்களின் பெரும் உய்ய வெப்பநிலை *10* கெல்வின் எனவும் நியோபியச் செர்ங்களின் பெரும உய்ய வெப்பநிலை *10* கெல்லின் எனவும் நியோபியச் சேர்மங்களின் பெரும உய்ய வெப்பநிலை *25* கெல்வின் எனவும் அறிகிறோம். தற்போது லாந்தனம் - ஸ்டிரான்சியம் - நியோபியம் - ஆக்சிஜன் கூட்டமைப்பின் உய்ய வெப்ப நிலை *255* கெல்வின் என்பது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. எ. எர்பில் என்பார் இட்ரியம் - பேரியம் - செம்பு - ஆக்சிஜன் கூட்டு அமைப் பில் *555* கெல்வின் வெப்பநிலையில் கூட மீக்கடத்தல் நிகழ்கிறது எனக் கூறுகிறார். எப்படி இருப்பினும் மேற்கண்ட பொருள் கூட்டமைப்புகளில் அறை வெப்ப நிலையான *300* முதல் *305* கெல்வின் வெப்பநிலையில் மீக்கடத்தலை உருவாக்க விரைவில் முடியும் என்பது மெல்ல மெல்ல உறுதியாகி வருகிறது.

4.0 சில அடிப்படை இயற்பியல் கருத்துகள்

மீக்கடத்தல் எப்படி ஏற்படுகிறது? இந்தக் கேள்வி *86* ஆண்டுகளாக இயற்பியல் வல்லுநர்களின் மூளைக்குத் தொடர்ந்து வேலை கொடுத்துவரும் கேள்வியாகவே இன்னமும் விளங்கு கிறது. பல்வேறு இயற்பியல் கோட்பாடுகள் மூலம் இதற்கு விடை

தரும் முயற்சி தொடர்ந்து கொண்டே உள்ளது. இந்தக் கோட்பாடுகளைப் புரிந்து கொள்ள மேலும் சில அடிப்படை அறிவியல் கருத்துகளைப் புரிந்துகொள்ள வேண்டியுள்ளது. அவற்றில் ஒரு கருத்து ஒத்திசைவு (Resonance) என்பதாகும்.

ஒத்திசைவு

ஒத்திசைவு என்ற நிகழ்வு முதலில் ஒளியியலில் கண்டு அளந்தறிந்து விளக்கப்பட்டது. ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் ஒரு இயல்பலைவெண் (Natural Frequency) உண்டு. ஒரு இசைக் கவையை (Tuning Fork) வெவ்வேறு அலைவெண்களில் அதிர்வுறச் செய்து ஒரு நீர்நிரம்பிய குவளை நீர்த்தூளின் இயல்பான அலைவெண்ணை நெருங்கும்போது கவையிலிருந்து குவளை நீர்த் தூணுக்குப் பேரளவில் ஆற்றல் மாற்றம் நிகழ்வதால் இசைக் கவையை முடுக்கும் விசையைத் தொடர்ந்து செலுத்தாமல் நிறுத்தினாலும் கவையும் குவளை நீர்க்கம்பமும் தொடர்ந்து ஒத்திசைந்து அதிர்வதைக் காணமுடிகிறது. இந்த நிகழ்விற்குத் தான் ஒத்ததிர்வு அல்லது ஒத்திசைவு என்று பெயர்.

இது எந்திரவியல்பு அல்லது பெயர்வியக்கத்துக்கும் (Mechanical Motion) பொருந்தும் என்பது, சில பாலங்கள் அவற்றின் மேல் ஊர்திகள் ஓடியபோது எந்திர ஒத்திசைவால் உடைந்ததி லிருந்து தெரிய வந்தது. இந்த ஆய்வு அதிர்வியல் என்று துறைக்கு (Thcory of vibration) வித்திட்டது.

மின் சுற்றமைப்புகளின் செயல்பாட்டில் மின் ஒத்திசைவு நிகழ்வது பின்னர்க் கண்டறியப்பட்டது.

மேற்கூறியவற்றிலிருந்து இரண்டு ஆற்றலமைப்புகளிடையேயுள்ள ஆற்றல் மாற்றம், தூண்டும் ஆற்றல் அமைப்பின் அலைவெண், தூண்டப்படும் ஆற்றலமைப்பின் இயற்கை அலைவெண்ணுக்குச் சமமாகும்போது, பெருமமாக (Maximum) உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. இது ஒத்திசைவு நிகழ்ச்சியின் விளைவுகளில் ஒன்றாகும்.

விசையிரட்டை

அடுத்தது, **விசையிரட்டை** (Couple of forces) என்ற சொல்லை நாம் புரிந்து கொள்வோம். ஒரு கம்பியின் இரு முளைகளில் இரண்டு எதிர் எதிர் போக்கில் உள்ள சமமான விசைகள் செலுத்தப்படுவதாகக் கொள்வோம். அந்தக் கம்பி அதன் மையப்புள்ளியில் விடுதலையாகச் சுழலும்படி அடியில் உள்ள சுழல் அச்சில்

தாங்கப்பட்டுள்ளது எனக்கொண்டு, சுழலச்சும் உராய்வின்றிச் சுழல்வதாகக்கொள்வோம். அப்போது அந்தக்கம்பி எப்போதும் சுழன்றுகொண்டே இருக்கும். இந்த அமைப்பைத்தான் விசை யிரட்டை என்கிறோம்.

மின்னோட்டம்

அடுத்தது மின்னோட்டம் என்ற கருத்தைப் புரிந்து கொள் வோம். அணு தன்னுள்ளே நேர்மின்னூட்டம் உள்ள துகள்களை யும் எதிர் மின்னூட்டம் உள்ள துகள்களையும் கொண்டுள்ளது. இவற்றுடன் மின்னூட்டமில்லாத பொதுமின்துகள்களையும் கொண் டுள்ளது. நேர்மின் துகள்களான முதன்மி எனப்படும் புரோட்டான் களும் மின்னூட்டமில்லாத நொதுமி எனப்படும் நியூட்ரான் களும் அணுக்கருவின் உள்ளேயும் எதிர்மின்துகள்களான மின்மி எனப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவுக்கு வெளியே அமைந்த பல சுற்று வட்டமான பல ஆற்றல் நிலைகளில் அணுக்கருவைச் சுற்றிச் சுழன்று கொண்டிருக்கின்றன. அதாவது அவை அணுக் கருவைச் சுற்றிவரும் அதே நேரத்தில் அவை தற்சுழற்சியையும் (Spin) பெற்றுள்ளன. உள்ளமைந்த அணுக்கரு புரோட்டான்களின் மின் னூட்ட அளவும் புறவட்ட எலெக்ட்ரான்களின் மின்னூட்டமும் எதிரெதிராகவும் சமமாகவும் உள்ளதால் ஒட்டு மொத்த அணுக் கட்டமைப்பு மின்னியலாகச் சமநிலையில் உள்ளது. அதாவது, மின்னியல் பற்று பொது நிலையில் உள்ளது. அணுவின் புறவட்டங்களில் கடைசி வெளி வட்டம் தன்னுள் சில எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்றிருக்கும். பொருள்களுக்கு மின்னழுத்தத் தைத் தரும்போது எதிர் மின்னூட்டமுடைய இந்த எலெக்ட்ரான் கள் நேர்மின்வாயால் ஈர்க்கப்பட்டு இயங்கும். எலெக்ட்ரான் இயங்கும் திசைக்கு எதிராக மின்னோட்டம் பாயும். எனவே, நடைமுறையில் பொருள்களில் பாயும் மின்னோட்டம் பெரும் பாலும் எலெக்ட்ரான்களின் இயக்கத்தால் அல்லது பாய்வால் நிகழ்வதே.

இந்த அடிப்படைக் கருத்துகள் நாம் மீக்கடத்தல் நிகழ்வு பற்றிய இயற்பியல் அறிஞர் விளக்கங்களைப்புரிந்துக்கொள்ள உதவும். மீக்கடத்தல் நிகழ்வு பற்றிய நான்குவகை விளக்கங்களை இனி நாம் அலசுவோம்.

5.0 அறிவியல் விளக்கங்கள்

முதல் விளக்கம்

செவ்வியல் விடுபட்ட எலெக்ட்ரான் கோட்பாடு (Classical

Free Electron Theory) ஆகும். இந்தக் கோட்பாடு வளிம மூலக் கூறுகளின் இயக்கக் கோட்பாட்டை (Knietic Theory of Gases) அணுக்கரு - எலக்ட்ரான் ஊடகத்துக்கும் பொருத்திக் கூறப்படும் விளக்கமாகும்.

இதன்படி உலோகம் போன்ற ஊடகத்தில் எலெக்ட்ரான் இயங்கும் போது அவற்றுக்குத் தடை விளைப்பனவாக அணிக் கோவை என்ற சட்டக மூலைகளில் அமைந்த அணுக்கரு அதிர்வு ஆகும். எலெக்ட்ரானின் தற்சுழற்சியும் அணுக்கரு ஒத்ததிர்வும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒத்தியங்குகின்றன. அப் போது தடையேதுமின்றி எலெக்ட்ரான் இயங்க முடிகிறது. இப்படிச் சில பொருள்களில் அப்பொருளைப் பொருத்தக் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் மீக்கடத்தல் நிகழ்கிறது. இந்த வெப்பநிலை மிகத்தாழ்ந்த வெப்பநிலையாக உள்ளது. வெப்பநிலை குறையக் குறைய அணுக்கரு அதிர்வு குறைவதே இதற்குக் காரணம்.

இந்த விளக்கம், நிகழ்வைப் புரிந்துக்கொள்ள உதவு கிறது. ஆனால், இந்தக்கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் செய்யும் கணிப்புகள் நடைமுறை ஆய்வுக்கூட மதிப்புகளிலிருந்து பெரிதும் விலகியிருப்பதால் இதை ஒரு நிறைவான கோட்பாடாகக் கொள்ளமுடியாது.

இரண்டாம் விளக்கம்

பார்டின் - கூப்பர்-செரிப்பர் கோட்பாடாகும். இது சுருக்க மாக BCS கோட்பாடு எனப்படுகிறது. இது குவைய எந்திர வியலை (Quantum Mechanics) அடிப்படையாகக் கொண்ட கோட் பாடு ஆகும். இந்த விளக்கப்படி, ஒரு பொருளின் அணிக்கோவை அதிர்வுகள், எதிரெதிர் தற்சுழற்சிகளை உடைய எலெக்ட்ரான் கள் இணைந்து கூப்பர் இரட்டையை (Cooper Pair) உருவாக்கு கின்றன. இந்தக் கூப்பர் இரட்டையின் ஒரு எலெக்ட்ரான், அணிக் கோவையோடு வினைபுரிந்து அதில் உருக்குலைவை உண்டாக்கு கிறது. இந்த உருக்குலைவு கூப்பர் இரட்டையின் மற்றொரு எலெக்ட்ரானின் ஆற்றலை விழுங்கிவிடுகிறது. எனவே, அணிக் கோவையூடே எலெக்ட்ரானின் ஆற்றலை விழுங்கிவிடுகிறது. எனவே, அணிக்கோவையூடே எலெக்ட்ரான் இரட்டை உருவான தும் மீக்கடத்துகை பொருளில் நிகழ்கிறது. மேற்கூறிய அணுக் கரு உருக்குலைவு ''போனான் புலம்'' ஆகும். இந்த போனான் புலம் வழியாக எலெக்ட்ரான் - எலெக்ட்ரான் இடைவினை நடப்பதால் தான் எதிரெதிர்த் தற்சுழற்சி கொண்ட எலெக்ட்ரான் கூப்பர் இரட்டையாக இணையமுடிகிறது (மிகத்தாழ்ந்த வெப்பநிலை யில்) ஒருமுறை இரட்டை உருவானதும் இந்த எதிரெதிர்ச் சுழற்சி

களும் எதிரெதிர் உந்தங்களும் (ஆகவே எதிரெதிர் விசைகளும்) உள்ள இரட்டையின் இயக்கம் சீரான நிலையில் தடை ஏதுமின்றி தொடர்கிறது. எனவே, மின்னோட்டம் பொருளில் மின் தடையில்லாமல் பாய்கிறது. அதாவது, பொருளின் குளிர்நிலை யில் மீக்கடத்துகை நிகழ்கிறது.

மூன்றாம் விளக்கம்

இக் கொள்கை மீக்கடத்தலை நிகழ்வின் மின்பண்பு கொண்டு விளக்கியது. அண்மையில் புதுதில்லி தேசீய ஆய்வக அறிவியலார் எக்போட்டு நர்லீகரும் மீக்கடத்தலைக் காந்தப் பண்பு கொண்டு விளக்கியுள்ளனர். இந்த மூன்றாம் கொள்கையை இனி விரிவாகப் பார்ப்போம்.

இவ்விருவரும் மீக்கடத்தல், கடத்தும் எலெக்ட்ரான் கூட்டத்தின் காந்த அமைப்பில் நிகழ்கிறது என்கின்றனர். மீக்கடத்தல் நிகழ வேண்டுமானால் அல்லிரும்பியல் காந்த வகையான (Conduction Electron Spin resonance) என்ற தமது ஆய்வகச் செய் முறை மூலம் விளக்குகின்றனர். இந்த விளக்கம் BCS கோட்பாட் டின் சில கற்பிதங்களுக்கு எதிரான ஆய்வுத்தகவலையும் தருவ தால், BCS கோட்பாடும் போதுமான நிறைவிளக்கும் கோட் பாடல்ல என்பது தெளிவாகிறது. மேலும் BCS கோட்பாடு தாழ் வெப்பநிலை மீக்கடத்தலுக்கு மட்டுமே விளக்கம் தருகிறதே தவிர உயர் வெப்பநிலை மீக்கடத்தலை அதனால் விளக்கமுடிய வில்லை என்பதை இங்குக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

நான்காம் விளக்கம்

முன்கூறிய விளக்கங்களிலுள்ள சிக்கல்களைத் தீர்க்க, பி.டபுள்யூ ஆண்டர்சன் மீக்கடத்தல் நிகழ்வை விளக்க, புதிதாக நான்காம் கோட்பாட்டு ஒன்றினைத் தந்துள்ளார். இக் கோட்பாடு ஒத்திசைவு இணை திறன் பிணைப்பு நிலைக்கோட்பாடு (Resonance Valence Bond State Theory) எனப்படுகிறது.

எலெக்ட்ரான் இரட்டையால் ஹைடிரஜன் என்ற நீரக அணு உருவாகுதல் போல், எலெக்ட்ரான் அல்லது துளை இரட்டை உருவானதும் இணைதிறன் பிணைப்பு மூலம் மீக் கடத்தல் நிகழ்கிறது என இவர் கூறுகிறார். ஏற்கனவே மீக் கடத்தல் ஏற்படும் உய்ய வெப்ப நிலையைப் பொறுத்து மீக் கடத்திகள் உயர் வெப்பநிலை மீக்கடத்திகள் தாழ்வெப்பநிலை மீக்கடத்திகளெனப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஆண்டிரசன் கோட்பாட் டின்படி எலெக்ட்ரான் இரட்டையால் மீக்கடத்தல் நிகழ்ந்தால் அவை N வகை மீக்கடத்திகள் என்றும் துளை இரட்டையால்

மீக்கடத்தல் நிகழ்ந்தால் அவை P வகை மீக்கடத்திகள் என்றும் பிரிக்க வேண்டும்.

6.0 உடன் நிகழும் புறநிலை மாற்றங்கள்

இனி, மீக்கடத்து நிலையில் மீக்கடத்தியில் ஏற்படும், நாமறிந்த, புறநிலை மாற்றங்களைப் (Physical Changes) பார்ப்போம்.

ஒன்று, மின்தடை சுழியாகிறது.

இரண்டு, காந்தப் பெருக்கு சுழியாகிறது.

மூன்று, மீக்கடத்திக்குத்தரும் காந்தப்புலம் ஓரளவுக்கு மேல் கூடும்போது மீக்கடத்தி காந்தப் பெருக்கை ஏற்று, இயல் பான கடத்தியாகிவிடுகிறது. இந்தக் காந்தப் புலத்துக்க மாறு நிலைக் காந்தப்புலம் அல்லது உய்யக்காந்தப் புலம் என்று பெயர்.

நான்கு, மீக்கடத்திக்குத் தரும் மின்புலம் கூடும்போது ஓரளவுக்கு மேலாக, இயல்பான கடத்தியாகி மின்னோட்டத்துக்குத் தடையைத்தருகிறது.

ஐந்து, பொருளுக்கு அழுத்தமும் குளிர்வும் ஒரு சேரத்தந்தால் மீக்கடத்தல் நிகழும் வெப்பநிலை கூடுகிறது. எனவே மீக்கடத்தல் நிகழும் வெப்பநிலை கூடுகிறது. எனவே மீக்கடத்தல் நிகழும் வெப்பநிலையை அறை வெப்பநிலைக்குக் கொண்டு வரும் ஆய்வு முயற்சிகள் தொடர்ந்தபடி உள்ளன.

ஆறு, மீக்கடத்திகளின் காந்தப் பண்பைப் பொறுத்து மென்மீக்கடத்திகள் (Soft Super Conductors), வன் மீக்கடத்திகள் என (Hard Super Conductors) இருவகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

மென் மீக்கடத்திகள் உய்ய காந்தப் புலத்திற்கு மேலே இயல்பான கடத்தியாக இருக்கும். அதற்குக் கீழே காந்தப் பெருக்கை சற்றும் உள்ளே விடாமல் எதிர்க்காந்த இயல்பை அடைகிறது. (எ.டு) அலுமினியம், துத்தநாகம்.

வன் மீக்கடத்திகளில் மேற்கூறிய இயல்பு கடத்தி நிலை, மீக்கடத்தி நிலை இரண்டும் இருக்கும். மீக்கடத்தி யிலிருந்து இயல்புக் கடத்தி நிலைக்கு ஒரே காந்தப்புல அளவில் மாறாது மெதுவாக ஒரு காந்தப் புலப்பட்டையில் மாற்றம் நிகழ் கிறது. இந்த நிலை கலப்புக் கடத்து நிலை எனப்படுகிறது. (எ.கா) ஜெர்மேனியம், நியோபியம்.

வன் மீக்கடத்திகளில் எந்திரப்பதனிடல் மூலம் காந்தத் தேக்கத்தை அதிகமாக்கி, 100 கி. காஸுக்கும் மேலான காந்தப் புலச் செறிவை நிலைநிறுத்தலாம்.

7.0 பயன்பாடுகள்

இனி மீக்கடத்தியின் பயன்பாடுகள் சிலவற்றைக் குறிப்பிட்டுக் கட்டுரையை முடிக்கலாம்.

1. மீக்கடத்திகளின் தடை சுழியாக உள்ளதால் திறனிழப்பில்லாத மின் திறன் அமைப்புகளை உருவாக்கலாம்.

2. உயர் செறிவு வன் மீக்கடத்திக்காந்தங்களைப் பயன்படுத்தித் திரையில்பாவாத, உராய்வில்லாத, அதிர்வு குறைந்த, உயர்வேக தொடர் வண்டிகளை ஜப்பானியர் விடிவமைத்துக் குறைந்த செலவில் ஓட்டியுள்ளனர்.

3. மீக்கடத்திகளை மாறாத கணிப்பொறி நினை வகங்களை வடிவமைக்கப்பயன்படுத்தலாம்.

4. மென் மீக்கடத்திகளின் காந்தப் புலம் சார்ந்த கூர்மையான இரட்டை நிலை வேறுபாட்டை, வாயில் சுற்றமைப்புகள் (Gate Circuits) வடி வமைக்கப் பயன்படுத்தலாம். இவை சிரையோட் ரான்கள் எனப்படுகின்றன.

5. எதிர்கால விண்வெளிக்கலஞ் செலுத்தும் பொறி களாக மீக்கடத்தி மின்னோடிகளைப் பயன் படுத்தலாம்.

முடிவுரையாக

நடைமுறைப் பயன்பாட்டுக்கு மிகவும் பரவலாக உதவப் போகிற உயர் வெப்பநிலை மீக்கடத்திகளை எப்படி உருவாக்குகி றார்கள் என்று கேட்கிறீர்களா? மின்னணுச்சில்லுவை மணலிற் தயாரிப்பது போல உயர் வெப்பநிலை மீக்கடத்திகளை வெண்களி மண் எனப்படும் பீங்கான்துறை அதிர்ச்சி அலையால் அமுக்கித் திண்மமாக்கித்தான் செய்கிறார்கள். நாம் விளை யாட பொம்மை செய்த களிமண்ணில் உயல் தொழில் நுட்ப மீக்கடத்திகளா? ஆம் ஆம் என்பது தான் விடை!

★★★

இணைந்த நீர்ப்பாசனம்

முனைவர் கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி*

மேற்பரப்பு நீரும் நிலநீரும் ஏற்புடைய
இணைந்த நீர்ப்பாசனமாம்.

- அறிவியல் குறள்

பயிர் விளைச்சல் பெருக ஆற்று நீரைத் தேக்கி வாய்க்கால் மூலம் பாசனம் செய்யப்படுகின்றது. சில சூழ்நிலைகளில் ஆற்று நீரைக்குளத்தில் தேக்கிப் பாசனம் நடைபெறும். மழை நீரை நம்பியே பாசனக்குளங்கள் பல தமிழ்நாட்டின் பல பகுதிகளிலும் பரவி யுள்ளன. பாசனக் குளங்களினால் பயன் பெறும் நிலம் மழைப் பொழிவினைச் சார்ந்துள்ளது. பாசனக் குளத்தின் மதகுகள் மாறு பட்ட மட்டங்களில் அமைந்திருக்கும். உயர் மட்ட மதகுப் பாசன வயல்களில் ஒவ்வொர் ஆண்டும் நீர் பாயும் என்று உறுதியாகக் கூற இயலாது; ஆனால், பள்ளக்கையில் உள்ள மதகுப் பாசன வயல்களில் பெரும்பாலும் ஆண்டு தோறும் ஒரு நெற் பயிருக்குப் பாசன நீர் கிடைக்கும். எனவே, மேட்டுக்கை உழவர்களின் பொருளாதார நிலை பள்ளக்கை உழவர்களை விடத் தாழ்ந்தே இருக்கும்.

மழைப்பொழிவினை ஒட்டிக் குளங்களில் நீர் நிறையும், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீர் குறையுமானால் - அதாவது 40 விழுக்காடு நீர் வரவு குறைந்தபோதும் முறைப்பாசனம், பயிரின் அவதி நிலைக் கட்டத்தில் பாசனம் செய்வது போன்ற நீர் மேலாண்மை உத்திகளி னால் விளைவு குறையாது காக்கலாம். இதற்கும் மிகையாக நீர் வரவு குறைந்தால், நெல்லுக்குப் பதிலாக நீரைக்குறைவாகப்

* 4-9, சுதர்மா 99-ஏ.கே. சாமிநகர் முதல்தெரு, கீழ்ப்பாக்கம், சென்னை - 600 010.

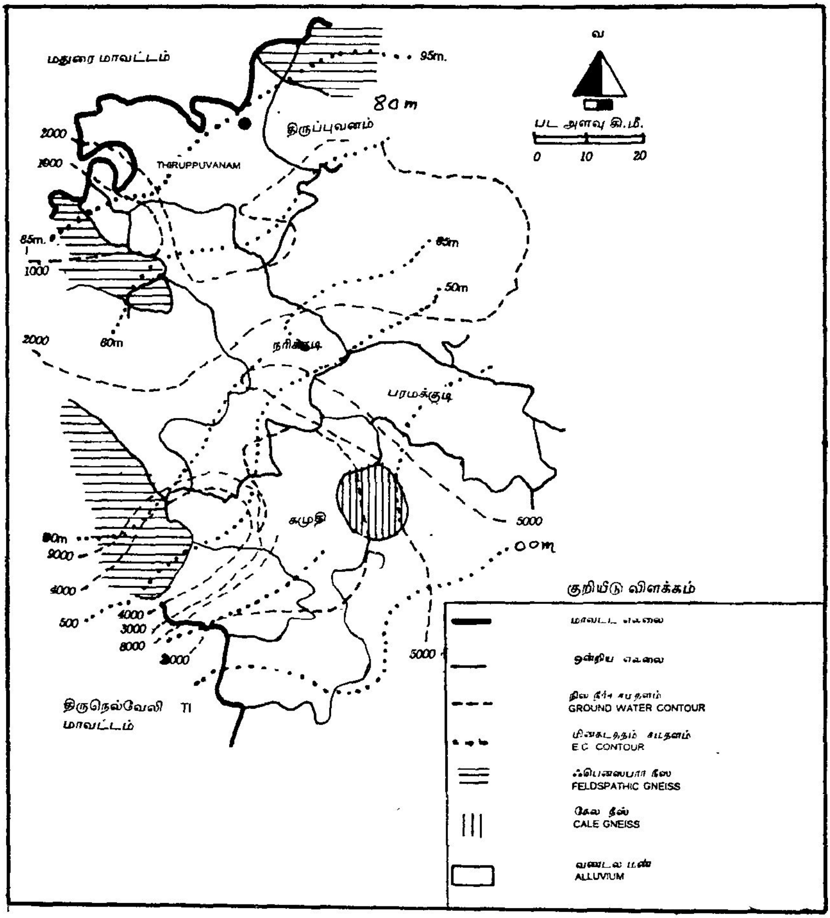
பயன்படுத்தும் சோளம், கம்பு, நிலக்கடலை போன்ற பயிர்களை விளைக்கலாம்.

தமிழ்நாட்டில் மழை பெய்யும் பாங்கினை உற்று நோக்க ஆறு ஆண்டுகளைக் கருதினால் ஓர் ஆண்டு 760 மி.மீ.க்கு மேலும், மூன்றாண்டுகளில் 760 மி.மீ. இயல்பாகவும், ஓர் ஆண்டு 500 மி.மீ.உம் ஓர் ஆண்டு 500 மி.மீக்குக் குறைவாகவும் மழை பொழி கின்றது. எனவே, ஆறு ஆண்டுகளில் இரண்டாண்டுகளில் நீர்த்தட்டுப்பாடு நிகழுவது இயல்பாகி விட்டது. அதில் ஓர் ஆண்டில் தட்டுப்பாடு மிகுதியாகவும் இருக்கும். எனவே, தமிழ்நாட்டில் குறைவாக மழை பெய்வது தவறாது நிகழ்ந்து வருகின்றது. பாசன நீர்த்தட்டுப்பாடும், குடி நீர்ப்பஞ்சமும் அடிக்கடி ஏற்பட்டுப் பயிர் விளைச்சல் குன்றுவதுடன், மக்கள் குடி நீருக்கும் அல்லல் படுகின் றனர். இச்சீர்க்கேட்டினைத் தவிர்க்கச் சமுதாயக் கிணறு (Community Well) அமைப்பது உதவியாக இருக்கும். தமிழ்நாட்டில் பாசனக் குளத்தினால் பயன்பெறும் பரப்பு, ஆண்டுக்கு ஆண்டு குறைந்த வண்ணமுள்ளது. வடிவமைக்கப்பட்ட அளவு நீர் தேங்காமையும், வண்டல் படிவதும் இதற்குக் காரணங்கள். இராமநாதபுரம் மாவட்டத்தின் கிழக்குப் பகுதியில் உள்ள பாசனக் குளங்களினால் 3000 எக்டருக்குச் சீராக நீர் வழங்கும்பொருட்டு 203 சமுதாயக் கிணறு கள் அமைக்கும் திட்டம் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இவற்றில் 173 துளைக்கிணறுகள்; எஞ்சியவை திறப்புக் கிணறுகள். இவற்றி னால் 10,000 உழவர்கள் பயனடைந்தனர். இத்திட்டம் திருபுவனம், நரிக்குடி, பரமக்குடி, கமுதி ஆகிய ஒன்றியங்களில் செயல்பட்டது. இப்பகுதிகளில் நீர்ப்புவியியல் அளவி (Hydrogeological survey) மேற்கொண்டு, நல அமைவு, நிலநீர், (இருப்பு)ச் சமதளம் (Ground water contour) நீரின் மின் கடத்தும் தன்மை (Electrical conductivity) போன்ற விவரங்கள் சேகரிக்கப்பட்டன. இதன் மொத்தப் பரப்பு 28,007 எக்டர். இங்கு 376 மின் இறைப்பான் பொருந்திய கிணறுகளும், 122 எண்ணெய்ப்பொறி இறைப்பான் பொருந்திய கிணறுகளும், 273 கமலைக் கிணறுகளும் உள்ளன. இங்கு நீர் ஈவு கணிக்கப்பட்டதன் விவரம் அட்டவணை 1-இல் தரப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1

வரிசை எண்	விளக்கம்	நீர் ஈவு (Water Balance)	
		நீர் வரவு	வெளியேற்றம்
1.	பாசனப் பகுதியில் இருந்து மறு ஆக்கம் ஆவது (Recharge) எக்.மீ.	4032.000	
2.	நீர்தரு நிலத்திலிருந்து மறு ஆக்கம் எக்.மீ.	2066.000	
3.	மழைப்பொழிவினால் ஆக்கம் எக்.மீ.	837.408	
4.	மின் இறைப்பான் பொருத்திய கிணறுகளின் மூலம் இறைக்கப்படும் நீர் - எக்.மீ.		4443.190
5.	எண்ணெய்ப்பொறி - இறைப்பான் பொருத்திய கிணறுகளின் மூலம் இறைக்கப்படும் நீர் - எக்.மீ.		169.580
6.	கமலை பொருந்திய கிணறுகளின் மூலம் இறைக்கப்படும் நீர் எக்.மீ.		91.728
7.	மொத்தம் எக்.மீ.	6935.408	4704.498
8.	மீதியுள்ள நீர்வளம் எக்.மீ.	2230.910	

நீர்ம இயல் அளவியின் மூலம் கிடைத்த விபரங்களைக் கொண்டு நீர் ஈவு கணித்ததில் தற்பொழுது பயன்படும் நீருக்கும் மிகுதியாக மேலும் பயன்படுத்துவதற்கு 2230.310 எக்டர் மீட்டர் நீர்வளம் பொதிந்துள்ளது. பொதிந்த நீர்வளத்தினைப் பயன்படுத்தும் திட்டம் வரையப்பட்டது. திட்டப் பகுதியின் நீர்மப்புவியியல் நிலையினைப் படம் 1-இல் காணலாம்.



திட்டப்பகுதியின் நீர்மப் புவியியல் நிலையினைக்காட்டும் படம்.

படம் 1 பரப்புநீரையும் நில நீரையும் இணைத்துப் பாசனம் மேற்கொண்ட பகுதி.

● சோதனைக்கு எடுத்துக்கொண்ட பாசனக் குளமும் சமுதாயக் கிணறும் உள்ள இடம்.

அட்டவணை 2

வரிசை எண்	விளக்கம்	பொதிந்த நீர்வளத்தினைப் பயன்படுத்தும் வகை	
		தற்போதைய பயன்	உத்தேசித்த பயன்
1.	மீதியுள்ள நீர்வளம் எக்.மீ.	2230.910	
2.	தற்பொழுதுள்ள கிணறுகளின் கூடுதலாக இறைக்கும் நீர் எக்.மீ.		946.034
3.	மேலும் இறைப்பதற்கு வாய்ப் புள்ள அளவு எக்.மீ.		1284.876
4.	ஒவ்வொரு கிணற்றிலிருந்தும் இறைக்கும் நீரின் அளவு எக்.மீ.		11.817
5.	இவ்வளவு நீர் இறைக்கக்கூடிய கிணறுகள் அமைக்கும் உயர்ந்த அளவு - எண்ணிக்கை		108.00

இப்பகுதியில் பழயனூர் என்ற கிராமத்தில் உள்ள பாசனக் குளம், வைகை ஆற்றிலிருந்து நீரைப் பெறும் பாசனத் திட்டம் சார்ந்த குளம். நீர்தருநிலத்திலிருந்து 0.358 மில்லியன் கன அடியும், ஆற்று நீர்ப்பாய்வினால் 4.878 மில்லியன் கன அடியும் சேர்ந்து 5.286 மில்லியன் கன அடி நீரும் இக்குளத்தின் மொத்த நீர் ஈட்டமாகும். இப்பாசனப் பகுதியில் பரப்பு நீரையும், நில நீரையும் பயன் படுத்தும் முறையினைக் காண்போம். இக்குளத்தின் மொத்தக் கொள்ளளவு 2.562 மில்லியன் கன அடி; ஓர் ஆண்டில் இரு முறை ஆற்று நீர் இக்குளத்திற்கு வருகின்றது. இதன் 9 மதகுகளின் மூலம் 448.78 எக்டர் பாசனம் நடைபெறுகின்றது. இக்குளத்தின் 9 மதகுகளில் 8-ம், 9-ம் சற்று மேல்மட்டத்தில் அமைந்துள்ளதால், மழை குறைந்த போது இப்பாசனப் பகுதிகளுக்கு நீர் பாய்வதில் தட்டுப்பாடு நிகழுகின்றது. இந்நிலையினைத் தவிர்க்க 1982-ஆம் ஆண்டு 9-ஆம் மதகுக்கு அருகில் ஒரு சமுதாயக் கிணறு அமைக்கப்பட்டது. இதன் ஆழம் 13.7 மீ; நிமிடத்திற்கு 910 லிட்டர் நீர் அளிக்கவல்லது. இந்நீரினால் 17.16 எக்டர் பாசனம் செய்யலாம்.

குழாய்க் கிணற்று நீரின் பண்புகளைச் சோதனை செய்து பாசனத்திற்கு ஏற்றமை காணப்பட்டது. நீரின் பண்புகள் வருமாறு:

கார அமில நிலை PH	8.00
மின் கடத்தும் தன்மை	1.30 சென்டி மீட்டருக்கு மில்லிமோஸ்
கரிமம் (Carbonate)	0.32 லிட்டருக்கு மில்லி சம அளவு
இரு கரிமம் (Bicarbonate)	4.32 லிட்டருக்கு மில்லி சம அளவு
சோடியம்	1.8 லிட்டருக்கு மில்லி சம அளவு
சோடியம் ஏற்கும் விகிதம் (Sodium absorption ratio)	6.4

மேற்காணும் பண்புகள் பாசனத்திற்கு ஏற்றவை. எனவே, ரூ. 27,000 செலவில் இறைப்பான் குடில் (Pump house) கட்டப்பட்டது.

பயிர் விளையும் பருவம், பயிரின் நீர்த்தேவை, மழை பொழியும் அளவு, கிணற்றிலுள்ள நீரின் அளவு முதலியவற்றின் அடிப்படையில் இப்பகுதியின் பயிர் விளைக்கும் திட்டம் வரையப்பட்டது.

அட்டவணை 3

சமுதாயக் கிணற்று நீர் பயன்படுதல்

வரிசை எண்	விளக்கம்	அலகு	ராகி	நெல்	பயறு
1.	பயிரின் வயது	நாள்	90	135	75
2.	பயிரின் நுகர் பயன் (Consumptive use)	நாளுக்கு மி.மீ.	4.0	6.4	4.0
3.	ஒரு எக்டர் பரப்புக்குக் குறைந்த அளவு தேவை யான நீர் / ஒரு நாளைக்கு	நாளைக்கு கன மீ.	57.22	79.96	57.14
4.	பாசன நீர்த்தேவை	விழுக்காடு	100	50	100
5.	ஒரு நாளைக்கு ஓர் எக்டருக் குத் தேவையான நீரின் அளவு	கன.மீ.	57.22	39.98	57.14
6.	ஒரு நாளைக்குக் கிடைக்கும் நீர்	கன.மீ.	981.72	981.72	981.72
7.	பாசனம் செய்ய இயலும் பரப்பு	எக்	17.16	24.56	17.16
8.	இறுதியான பாசனப் பரப்பு	எக்	17.16	17.16	17.16
9.	ஒரு நாளைக்கு நீர் இறைக்கும் நேரம்	மணி	18.00	12.57	18.00

இக்குளத்தின் 8-ஆவது மதகிலிருந்தும், 9-ஆவது மதகிலிருந்தும் நீர் பாயாத போது குழாய்க்கிணற்றிலிருந்து நீர் இறைத்து 17.16 எக்டர் பரப்புக்குப் பாசன நீர் வழங்கப்பட்டது. இக்கிணற்று நீர், குழாய் மூலம் பாசன வயலுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டது. ஒரு மணி நேரம் நீர் பாய்ச்சுவதற்கு உழவர்களிடமிருந்து ரூ. 4.18 (1982-ஆம் ஆண்டு நிலவரப்படி) கட்டணம் பெறப்பட்டது. குளத்தில் போதிய அளவு நீர் இருக்கும்போது குழாய்க்கிணற்றிலிருந்து பாசனத்திற்குக் குறைவான நீர் வழங்கப்பட்டது. குளத்து நீர் குறையும் சூழ்நிலையில், கிணற்று நீர் வழங்கப்பட்டது. இவ்வாறு மேற்பரப்பு நீரையும், நிலநீரையும் இணைந்தவாறு பயன்படுத்துவது இணைந்த நீர்ப்பாசனம் (Conjunctive) ஆகும்.

மழை குறைவாகப் பெய்தபோது பாசனம் பெறும் பகுதியில் கேழ்வரகு, பருத்தி, நிலக்கடலை, மிளகாய் போன்ற பயிர்கள் விளைவிக்கப்பட்டன. சமுதாயக் கிணற்று நீரும், குளத்து நீரும் இணைந்த பாசனத் திட்டப்பகுதியில், கேழ்வரகு, நெல், பயறு என்று மூன்று பயிர்களை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக ஓர் ஆண்டில் சாகுபடி செய்யலாம். இவற்றில் நெற்பயிரின் பாசனத் தேவையில் பாதி குளத்திலிருந்தும், மீதி கிணற்றிலிருந்தும் பெறப்பட்டது. பிற பயிர்களின் முழுத்தேவையும் கிணற்றிலிருந்தும் வழங்கப்படும். இதன் விவரம் அட்டவணையில் உள்ளது.

அட்டவணை 4

வரிசை எண்	விளக்கம்	கேழ்வரகு ஜூன்-செப் ரூ.	நெல் அக்.பிப் ரூ.	பயறு பிப்.ஏப் ரூ.
1.	நீர் இறைக்க வேண்டிய கால அளவு- மணி	1620.00	1571.25	1350.00
2.	அ. நீர் இறைக்கும் கட்டணம்	6771.60	6567.82	5643.00
	ஆ. மொத்தச் செலவு ரூ.	18982.42		
3.	எக்டருக்கு நீர் இறைக்கும் கட்டணம்	394.61	382.74	328.85
4.	எக்டருக்குக் நிகர வரவு	1200.00	2500.00	1000.00
5.	எக்டருக்குக் கூடுத லாகும் வரவு (Incremental Profit)	1200.00	1500.00	1000.00
6.	செலவு - ஆதாய விகிதம்			
	அ. பயிரின்படி	1:3:04	1:3:92	1:3:04
	ஆ. ஆண்டுக்கு	1:3:35	1:3:35	

1. மொத்தச் செலவு ரூ.18,982.42
2. மொத்த வரவு ரூ. 3,700 X 17.16 = ரூ. 63,492
செலவு- ஆதாய விகிதம் 1:3.35

ஓர் ஆண்டில் இயல்பாக மழை பெய்யும்போது 8 ஆவது மதகிலும், 9ஆவது மதகுமூலமும், நீர் பாயும் பரப்பு 17.16 எக்டர். இந்நிலையில் பயிரிடும் தீவிரம் (Cropping intensity) 1. மழை குறைவாகப் பெய்தபோது, இது ஒன்றுக்கும் குறைவாகிவிடும். குழாய்க்கிணறு அமைத்துச் சீராகப் பாசனம் செய்யும்போது 51.18 எக்டர் பரப்புக்குத் தடையின்றிப்பாசன நீர் வழங்கலாம். இந் நிலையில் பயிரிடும் தீவிரம் மூன்றாக உயரும். அதாவது ஓர் ஆண்டில் ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பில் மூன்று பயிர் விளைவிக்க இயலும். கிழக்கு இராமநாதபுரம் மாவட்டத்தில் சில இடங்களில் பாசனக் குளத்திற்கு அருகில், ஆழ்குழாய்க்கிணறு அமைத்துப்பாசன வேளாண்மை சீராக்கப்பட்டுள்ளது.

பஞ்சாப், அரியானா, இராசஸ்தானம் ஆகிய மாநிலங்களில் பாசன வாய்க்கால் நீர் (இயல்பான) நல்ல தன்மையுள்ளது. ஆனால், இந்நீரின் அளவினைக் கூடுதலாக்க இயலாது. எனவே, இங்கு ஆழ்குழாய்க்கிணறுகள் அமைக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலான இடங்களில் நில நீர் உவராக இருப்பதனால், பாசனத்திற்கு முற்றிலும் ஏற்றதன்று. கிடைக்கும் நிலநீரைப்பரப்பு நீருடன்- அதாவது வாய்க் கால் நீருடன் கலந்து சீராக்கிப்பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படு கின்றது. இதன் விளைவாகப்பாசனப் பரப்பு விரிவடைந்துள்ளது. தமிழ்நாட்டின் சில பகுதிகளில் பரப்பு நீருடன் நில நீரையும் இணைத்த பாசனமும், நல்ல நீருடன் ஓரளவு உவர் நீரையும் கலந்து பாசனம் செய்து பாசன பரப்பினை விரிவாக்கும் வாய்ப்புகள் உள்ளன.

★★★

மீன்வள ஆய்வில் செயற்கைக்கோள்களின் பங்கு

நெல்லை சு.முத்து*

முன்னுரை

மீன்வளம் என்பது கடல்உயிரியலின் வணிகப்பயன் பாட்டு ஆதாரம் ஆகும். கடலிலிருந்து பெறப்படும் உணவுப் பொருட்களின் வணிகப்பயன்கள் ஏராளம். மீன்பிடித்தல் என்பது மனிதன் நதிக்கரை நாகரிகக் காலந்தொட்டே ஆற்றிவரும் மரபுத்தொழில்களில் மிக இன்றியமையாதது. வேட்டையாடுதல் நிலப்பகுதியிலும், மீன்பிடித்தல் நீர்ப்பகுதிகளிலும் நடை பெற்று வந்தன. வேளாண்மை என்ற ஒன்றே ஆதிமனிதன் கண் டறிந்த முதலாவது செய்தொழிலாயிற்று.

பெருகிவரும் மக்கட்தொகைக்கேற்ப நிலப்பகுதியில் பொருள் உற்பத்தி மேம்பாட்டுக்கு ஈடுகட்டும் அளவில கடற்பொருள் சேகரிப்பும் வணிகமும் இன்னும் மேம்படுத்தப்படவேண்டும்.

சராசரி மீனவர் தன் தொழிலில் ஏறத்தாழ 65 விழுக்காடு நேரத்தை மீன்கள் செறிந்த பகுதியினைத் தேடலிலேயே செல வழிக்கின்றன. (ஏறத்தாழ 10 விழுக்காடே மீன்பிடிக்க உதவுகிற தாம். கடலுக்குள் சென்று திரும்பும் வெற்றுப் பயணத்திற்காகவே மிஞ்சிய நேரப்பொழுதினைக் கழிக்கின்றனராம்.) இந்தத் தேடலில் நிகழும் கால விரயத்தைக் குறைக்கவும், கட்டுப்படுத்தவும் இன்று நவீனத் தொழில்நுட்பங்கள் இத்துறையில் அறிமுகப்படுத்தப் படல் வேண்டும்.

கடல்தளத்திலிருந்து 40 மீட்டர் ஆழம் வரையிலும் அளந்தாலே போதும். கடல் அடி ஆழத் தடயங்களின் அடையாளங்

---

*திருவனந்தபுரம் விக்கிரம் சாராபாய் விண்வெளி மைய விஞ்ஞானி (1997 மார்ச் 25 அன்று தஞ்சைத் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத்தின் தொல்லறிவியல் துறைக் கருத்தரங்கில் படிக்கப்பட்ட கட்டுரை.)

கண்டுகொள்ள இயலும். இவ்வகையில் தொலையுணர்வுச் செயற்கைக் கோள்களின் பல்வேறு கருவிகள் வழி மீன்வள ஆய்வும் கடலாய்வும் சிறக்க வகையுண்டு.

அன்றியும் தாழ்மட்டத்தில் பறக்கும் திருகூர்திகள், விமானங்கள், பலூன்கள் ஆகியவற்றில் இடம்பெறும் கருவிகளும், கடல் நடுவே அமைக்கப்படும் ஆய்வுமேடைகளும், ஆராய்ச்சிக் கப்பல்களும் திரட்டுகின்ற அறிவியல் தகவல்கள் இத்துறை மேம்பாட்டிற்கு உதவும்.

அவ்வாறே நவீனத் தொழில்நுட்பங்கள் வழி சேகரிக்கப்படும் தரவுகளை உடனடி அலசி ஆராய்ந்து இன்னின்ன பகுதிகளில் இன்னின்ன மீனினப் பட்டாளங்கள் திரண்டலைகின்றன என்னும் ஆக்கப்பூர்வத் தகவல் அவ்வப்போது மீனவர்க்கு அறிவிக்கப்பட வேண்டும். தொலைத்தகவல் தொடர்பு செயற்கைக் கோள்களும் கணிப்பொறி வலைப்பின்னல்களும் மட்டுமே இத்தகைய தகவல் சுற்றினை உடன் நிறைவேற்ற இயலும்.

கடலின் நீர் வெப்பநிலை, உப்புத்தன்மை (Salinity) ஊட்டச்சத்து அளவு, கலங்கல்நிலை (turbidity) ஆகியன மீன்களின் வாழிடத்தையும் முட்டையிடும் களப்பரப்பையும் பாதிக்கக்கூடியவை. மேலும், இப்பண்புகள் எதிர்காலப்பருவநிலைகளில் மீன்பெருக்கத்தை நிர்ணயிக்க வல்லவையும் ஆகும்.

இவ்வகையில் இந்தியத் தொலையுணர்வுச் செயற்கைக் கோள்வழி பெறப்படும் கடலாய்வு, மீன்வளத்தகவல்கள் செம்படவர் முதல் ஆய்வு மாணவர் வரை அனைவர்க்கும் பயன் நல்கும்.

குளோரோஃபில், மீன்சுரப்பெண்ணெய்கள், வலசை போதல், மின்தகைவு, சுற்றுச்சூழல் ஆகிய பல்வேறு மீனியல் சார்ந்த ஆய்வுக்கூறுகளில் கையாளத்தகும் தொலையுணர்வுத் தொழில்நுட்பப் பயன்பாடுகளை இக்கட்டுரை அலசி ஆராய்கிறது.

இந்திய விண்வெளி ஆய்வு

''இந்திய விண்வெளித் திட்டத்தின் தலையாய குறிக்கோள்களில் முக்கிய இரண்டு சிக்கல்களுக்கு விடைகாண்பதன் வழி நமது விண்வெளித் தொழில்நுட்பம் தன்னிறைவு காணச்

செய்தல் வேண்டும். முதலில் நம் நாட்டில் பின்தங்கிய, போக்கு வரத்து வசதியில்லாத பல்வேறு பகுதிகளுக்கும் தகவல் தொடர்பினைப் பெருகச் செய்தல்; மற்றொன்று இயற்கை வளங்களைக் காலந்தோறும் கண்டறிந்து மேலாண்மைபுரிவதிம் நாடு முழுமைக்குமானதோர் செயலமைப்பினைத் திறம்பட நடைமுறைப்படுத்துவதில் உதவுதல்'' என்கிற இந்திய விஞ்ஞானி பேராசிரியர் சதீஷ் தவான் கருத்து. விண்ணியல் மேதை டாக்டர் விக்கிரம் சாராபாய் கண்ட கனவும் ஆகும்.

இன்றைக்கு ஒன்பதாண்டுகளுக்கு முன்னர் 1988 மார்ச்சு 17 அன்று சோவியத் நாட்டு 'வாஸ்டாக்' ஏவுகலன்வழி புவி துருவப் பாதையில் செலுத்தப்பெற்ற ஐ.ஆர்.எஸ்.1ஏ (IRS-1A) என்கிற இந்தியத் தொலையுணர்வு செயற்கைக்கோள்வழி நாம் பெற்றுள்ள அறிவியல் அனுபவங்கள் அளப்பரியவை. பூமித்தாய் தன்மடியில் பொதித்து வைத்துள்ள தனிமங்கள், தாதுக்கள், பெட்ரோலியம், புவிப்பரப்பிலான வனங்கள், கடல் செல்வங்கள் முதலான நில, நீர்வளங்கள் மட்டுமன்றி - புவியியல் (Geography), புவிவடிவவியல் (Geodesy), புவிவரலாற்றியல் (Geology), கடலியல் (Oceanography), திணைப்படவியல்(Cartography), தொல்பொருள் ஆய்வு (Archeology), நிலைப்பயன்திட்டம் (Land-Use Planning) என எத்தனையோ துறைகளில் நாம் முன்னேற்றம் கண்டுவருகிறோம்,

தொடர்ந்து ஐ.ஆர்.எஸ்-1பி (29.8.1991), ஐ.ஆர்.எஸ்-1சி (28.12.1995) ஆகியனவும் சோவியத் மண்ணிலிருந்து செலுத்தப் பெற்றவை.

எனினும் இந்தியாவிலேயே தயாரிக்கப்பெற்ற பி.எஸ்.எல்.வி (PSLV) என்கிற துருவப்பாதைச் செயற்கைக் கோள் ஏவுகலன் (Polar Satellite Launch Vehicle) வரிசையில் ஏவுகலன் இன்று ஐ.ஆர்.எஸ்-பி$_2$ (15.10.1994) ஐ.ஆர்.எஸ்-பி$_3$ (21.3.1996) ஆகிய தொலையுணர்வுச் செயற்கைக்கோள்கள் இன்று வெற்றிகரமாகச் செலுத்தப்பெற்று ஆய்வுகள் தொடர்கின்றன.

பல்தொடர்போடை கடல்வண்ண உணரி (Multi-Channel Ocean Colour Sensor) எனும் கருவி கடலில் மிதக்கும் பாசி (Algae), படிவுகள் (Sediments), அமிலக்கழிவுகள் (Acid Wastes) ஆகியவற்றைக் குறித்த தகவல்கள் அளந்தறிய உதவும். (அட்டவணை-1).

அட்டவணை - 1

அலைமாலையளவியும் பயன்பாடும்

எண்	தரவு	நிறமும், மைய அலைநீளம் (நானோ மீட்டர்களில் 10-9 மீட்டர்)	
01.	குளோரோஃபில் உறிஞ்சுகை	நீலம்	(0.443 ± 0.01)
02.	குளோரோஃபில் இடைத்தொடர்பு	பச்சை	(0.520 ± 0.01)
03.	மஞ்சள் பொருள்	மஞ்சள்	(0.550 ± 0.01)
04.	குளோரோஃபில் உறிஞ்சுகை	சிவப்பு	(0.670 ± 0.01)
05.	மேற்பரப்புத் தாவரங்கள்	அகச்சிவப்பு	(0.750 ± 0.01)
06.	புறவெப்பநிலை	வெப்ப அகச்சிவப்பு	(11.5 ± 0.01)

தொலையுணர்வுச் செயற்கைக்கோள்கள்

அறிவியல் ஆய்வுக்குரிய தாழ்புவிவட்டப்பாதை (Low Earth Orbit) செயற்கைக்கோள்களும், புவிநிலைவட்டப்பாதைச் செயற்கைக்கோள்களும் (Geostationarty Satellites) பொதுவாக நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதியினை ஒட்டியவாறே இயங்கக்கூடியவை. ஆயின் தொலையுணர்வுச் செயற்கைக்கோள்களோ ஏறத்தாழ 900 கிலோமீட்டர் உயரப்பாதையில் துருவப்பாதையில் செயல்படுபவை. ஒருநாளில் 14 முறை புவியைச் சுற்றும். ஒவ்வொரு முறையும் ஏறத் தாழ 74 கிலோமீட்டர் அகலப்பாதை(Swath)யினைப்'பார்வை' வரியோட்டிப் படம்பிடிக்கும். நவீனத் தொழில்நுட்ப மேம்பாட்டி னால் துருவப்பாதையில் பறந்தவாறே 10 மீட்டர் இடைவெளி யினைக் கூடத் துல்லியமாகப் பதிவு செய்தல் இன்று சாத்தியம்.

இவ்வகைச் செயற்கைக்கோளானது வடக்கிலிருந்து தெற்காக நிலநடுக்கோட்டினை ஒவ்வொரு முறையும் குறித்த நேரத்தில்

கடந்து செல்லுமாறு இயக்குவிக்கப்படும். இதனால் முதல்நாள் முதல் சுற்றின்போது பதிவாக்கப்பட்ட நிலப்பரப்பினை ஒட்டிய அகலப் பாதையில் அதே தலநேரத்தின்போது செறிவு நோட்டத்தில் (Synoptic View) பதிவாக்கும். இத்தகைய ஏற்பாட்டினால் ஒரே சீரான பகல்வெளிச்சத்தில் ஒரே நேரத்தில் பூகோள நிலப்பரப்பினைக் கம்பளமாக விரித்துப் போட்டதுபோன்ற தெளிவுகிட்டும். அன்றியும் ஏறத்தாழ 22 நாட்களுக்குப்பின் முதல் நாள் நிலப்பரப்பே மறு கண்காணிப்புக்கு உள்ளாவதனால் அந்தக் குறிப்பிட்ட இடத்தில் நிகழும் புவியியல் மாற்றங்கள் தொலைவிலிருந்தே உணரப்படும்.

இவ்விதம் ஒரு குறித்த தலநேரத்தில் சூரியக்கதிர் ஒரு குறித்த சாய்மானத்தில் விழும் ஓர் இடத்தினைப் படம்பிடிக்குமாறு இயங்கும். இத்தகைய தொலையுணர் செயற்கைக்கோளின் இயக்கப் பாதையினை ''சூரிய ஒத்தியக்கப்பாதை''(Sun-synchronous Orbit) என்பர்.

அமெரிக்காவின் லேண்சாட் (LANDSAT), டைரோஸ் (TIROS), 'நோவா' (NOAA = National Oceanic and Atmospheric Administration), நிம்பஸ்-7 (NIMBUS-7), சிசேட் (SEASAT), ருசியாவின் காஸ்மாஸ் (Cosmos), ஐரோப்பிய தொலையுணர்வுச் செயற்கைக் கோளான (European Remote Sensory Satellite) இ.ஆர்.எஸ். (ERS) கனடா நாட்டு 'ராடார்சாட்' (RADARSAT), ஜப்பானின் 'மாஸ்' (MOS) எனும் கடலாய்வுச் செயற்கைக்கோள் (Marine Observation Satellite), பிரெஞ்சு நாட்டு 'ஸ்பாட்' (SPOT) எனப்படும் புவிஆய்வுச் செயற்கைக்கொள் (Satellite Pour L Obsrvation de L Terre) இந்திய ஐ.ஆர்.எஸ் - ஆகியன இவ்வகைச் செயற்கைக்கோள்களில் குறிப்பிடத்தக்கவை.

கடலாய்வு என்பது அதன் அலைவீச்சு, எழுச்சி, உப்புத்தன்மை, கரையோர உயிரின ஆய்வு, கடலாழம், கடல்தாவரம், கடற்படுகை, கடல்வாழ் உயிரினஆய்வு, கடல்புறவெப்பம், கடலடி நீரோட்டங்கள், கடல்-வளிமண்டல இடைவினைகள், பனிமிதவை (Ice Bergs) இடப்பெயர்ச்சி எனப் பல்வேறு இயல்புகள் குறித்த ஆராய்ச்சி ஆகும். (அட்டவணை - 2)

அட்டவணை - 2

கடலாய்வுக் கருவிகள்

எண்	உணரிவகை	பயன்பாடு
01.	கடல் வண்ணப்பதிவி	குளோரோஃபில் செறிவு
02.	செயற்கைத்துளை ரேடார் (SAR = Synthetic Aperture Radar)	கடலலை வரிசை, அலைநிகழிடம், கடற்பனிக்கட்டி இருப்பிடம்
03.	பெருந்துளை நுண்ணலை கதிரளவி (Large Aperture Microwave Radiometer)	கடல் புறவெப்பநிலை, பனிக்கட்டிப் படலம், வளிமண்டல நீராவி
04.	சிதறளவி (Scatterometer)	கடல்காற்று வீச்சும், திசையும்
05.	லிடார் மற்றும் ரேடார் குத்தளவி (Lidar and Radar Altimeter)	கடல் மேற்பரப்பு வடிவியல்

இனி, கடல்வாழ் உயிரினங்களில் முதன்மையாக மீன்வள ஆய்வில் தொலையுணர்வுச் செயற்கைக்கோளின் பங்களிப்பினை இங்கு விளக்குவோம்.

1. குளோரேஃபில் அளவீடு

கடல்உணவுச் சங்கிலித் தொடரில் இன்றியமையாத மிதவை நுண்தாவரங்களான (Phytoplankton) பாசிகளில் இடம்பெறும் பசுங் கனிகம் (Chlorophyll)தொலைவிலிருந்தவாறே செயற்கைக்கோளி னால் கவனிக்கப்படக்கூடியது.

அன்றியும் படங்கான், உளுவை முதலான திருக்கை மீன்களின் (Ray fishes) முட்டை ஓடுகளில் பற்றிழைகள் (Tendrils) பெற்றிருக்கும். இவை பெரும்பாலும் மிதவை நுண்பாசிப்படலத்துடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். முட்டைகள் பொரிந்த பின்னர்க் காலியான ஓடுகள் கரிய நிறத்தில் மிதக்கும்.

கடற்பாசியினைப் பொறுத்தமட்டில் ஒளியியல் அடர்த்தி (Optical Density) மிகுதியினால் நீல, சிவப்பு வண்ணங்களை உறிஞ்சி அதற்கு எதிர்நிரப்பியான மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிறத்தில் தோன்றும்.

அதாவது, பாசி நிறைந்த கடற்பரப்பு பச்சை நிறத்தில் காணப்படும். அதே வேளையில பாசியற்ற கடல் நீல/பச்சை வண்ணத்தையும், பச்சை நிறத்தினையும் பிரதிபலித்துவிடுவதனால் அந்தப்பகுதி இருண்ட நீல வண்ணமுடையதாகத் தோன்றும்.

வெறுங்கண்ணுக்குச் செறிந்த பச்சைநிறம் பூத்த கடலோரப் பாசிகள் செயற்கைக்கோள் பதிவாக்கும் ''போலிவண்ணத் தோற்றத்தில்'' (False colour imaginery) குங்குமச்சிவப்பு வண்ணங்காட்டும். அவ்வாறே பாசி இளஞ்சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். ஆயின் நிலப்பகுதி இருண்டிருக்கும். (அட்டவணை 3.)

அட்டவணை 3

போலி வண்ணத்தோற்றம்

நிறக்குறியீடு	குளோரோஃபில் அளவு (மைக்ரோகிராம்/லிட்டர்)
குங்குமச் சிவப்பு	29க்கும் அதிகம்
சிவப்பு	26
இளஞ்சிவப்பு	23
மஞ்சள்	20
இளம்பச்சை	17
கரும்பச்சை	14
நீலம்	11-க்கும் குறைவு
கறுப்பு	நிலப்பரப்பு

இந்தியக்கடல்களில் பரந்துகாணப்படும் 'பறவைக்கோலா' (Flying Fishes) முதல் வெப்பக்கடல்வாழ் கடற்குதிரை மீன்கள் (Sea-horses) வரை பெரும்பான்மை மீனினங்கள் கடல்மட்டத்தில் மிதந்துவரும் நுண்தாவரங்களையே உட்கொள்கின்றன.

ஆதலினால் தொலையுணர்வுச் செயற்கைக் கோள்வழி 'குளோரோஃபில்' அளவீட்டு முடிவுகள் மீன்வள ஆராய்ச்சிக்கு உறுதுணை நல்கும்.

குளம், குட்டை முதலான கழிவுநீர்நிலைகளில் காணப்படும் கொசுக்களைத் தின்னும் 'கம்பூசியா'(Gambusia Spp), நீர்வாழ் நத்தைகளை அழிக்கும் சேற்றுக்கெண்டை(Mud carp) முதலான மீன் இனங்களின் அளவுப்பெருக்கத்தினை அறியத் தொலையுணர்வுச் செயற்கைக் கோள்கள் மறைமுகப் பயன் தரக்கூடும்.

2. மீன் சுரப்பெண்ணெய்கள் (Fish Oils)

பொதுவாக, சில மீன்களின் உடலிலிருந்து கசியும் எண்ணெய்ச் சத்துகள் கடல்மேல்பரப்பில் மெல்லிய மூலக்கூறு அளவுப் படல்மாகப் படர வாய்ப்பு உண்டு. ஆயின், ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் அடர்ந்துள்ள ஏதேனும் ஒரு குறிப்பிட்ட மீனினத்தின் கசிவு எண்ணெய் எனப் பகுத்தாய்தல் சற்றுச் சிரமமானதுதான். இருப்பினும் நுண்ணலை (Microwave) , அகச்சிவப்புக்கதிர்வீச்சு உபகரணங்களினால் இவ்வித மீன்வளஆய்வும் மேம்படக்கூடும்.

எண்ணெய்ப்படலம் மூடிய நீர்ப்பரப்பு உள்வெப்பம் அதிகமிருக்கும் என்பதனால் அகச்சிவப்புக் கதிரளவி இத்துறையில் பயன்படுகிறது.

3. வலசை போதல்:

மீனனங்கள் தம் வாழ்க்கைச் சூழலுக்கு உகந்த உப்புத்தன்மையையும் (Salinity) வெப்பநிலையினையும் இயல்பாகவே தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்பவை.

ஐரோப்பிய நன்னீர் ஆற்று விலாங்கு மீன்கள் (Eels), முழு வளர்ச்சியடைந்ததும் இலட்சக்கணக்கில் ஒன்றுதிரண்டு பெர்முடா அருகே வட அட்லாண்டிக் பகுதியில் சார்கோஸா கடலுக்கு நீந்திச்சென்று அங்கே முட்டைகளையிட்டபின் இறந்துபோகுமாம். முட்டைகள் குஞ்சுபொரிக்க இத்தகைய உப்புநீர்ச்சூழலை இம் மீனினம் விரும்புகிறது. வளர்ந்தபின் அக்குஞ்சுகள் மீண்டும் நன்னீர் ஆறுகளுக்குத் திரும்பிவிடும் என்பர்.

கடற்குதிரை மீன்கள் கோடைக்காலங்களில் இனப் பெருக்கம் செய்கின்றனவாம். அதுவும் வெளிச்சம் குறைந்த வெது வெதுப்பான கடற்தாவரங்கள் பவளப்பாறை இடுக்குகளை இவை நாடிச்செல்லும். பெண் முட்டைகளை ஏற்றுக் குஞ்சுகளைப் பொரிக்கும் விசித்திர ஆண் மீன்கள் கொண்ட இனம் இது.

கடலின் உப்புத்தன்மை, அமிலத்தன்மை (P H), வெப்பநிலை ஆகிய அளவீடுகளினால் தொலையுணர்வுச் செயற்கைக் கோள்கள் வழி மீன்களின் வலசை இயக்கத்தினைக் கண்காணித்தல் எளிது.

4. மின்தகவு

சில மீனினங்கள் தாமாகவே மின்னாற்றல் உற்பத்தி செய்யக்கூடிய அதிஅற்புதத் திறன்மிக்கவை.

எடுத்துக்காட்டாக - 'டார்பிடினிடே' (Torpedinidae) இனஞ் சார்ந்த மின் திருக்கை (Electric ray fish) மீன்களில் தலைப்பகுதியிலுள்ள செவுள்தசைகள் மின்தகடுகளாகி ஏறத்தாழ 220 வோல்ட் மின் அழுத்தம் ஊட்டுகின்றன. எதிரிகளை விரட்ட உதவும் தற்காப்பு வசதி இது.

ஒரு குதிரையைக் கூடக் கொன்றுவிடக்கூடிய அளவு ஏறத்தாழ 600 வோல்ட் மின்னழுத்தம் கொண்ட சாம்பல்நிற மின்விலாங்கு மீன் (Electrophorus electricus) மத்திய மற்றும் கிழக்கு அமெரிக்கப் பகுதிகளில் பிரசித்தம்.

அவ்வாறே நைல் ஆப்பிரிக்க வெப்பமண்டல நன்னீர் நிலைகளில் மின்கெளுத்தி மீன்களும்(Electric Cat Fish: Malapterurus spp) பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. நம்நாட்டில் இவ்வித மின்சார மீன்கள் அதிகமில்லை.

5. சுற்றுச்சூழல்

தொலையுணர்வுச் செயற்கைக்கோள்கள் உதவியினால் கூட்டங்கூட்டமாக வாழும் வன விட்டில்கள், காட்டுக்கொசுக்கள் போன்றவற்றையும் இனங்காணமுடியும். வேளாண்மையைப் பாதிக்கும் பூச்சிகள், தென்னந்தோப்புகளை அரிக்கும் வண்டினங்கள் என்று திரண்டுவாழும் பூச்சியனங்களின் இருப்பிடத்தையும் காலாந்தரமாகக் கண்காணிக்கத் தொலையுணர்வுத் தொழில்நுட்பம மேம்பட்டுள்ளன.

இவ்விதம் மீன்வள ஆய்விலும் இந்த நவீன உத்திகள் கையாளப்பட வேண்டும்.

துணை நூல்கள்

1. Don Walsh, Remote Sensing in Oceanography ("Remote Sensing of Environment"- Edited by Joseph Lintz, Jr., and David S.Simonett., Addition - Wesley Publishing Company, London, 1976, p.593-626)

2. Gary W. Grew, Remote detection of Cholorophyll.A in coastal walers(Technical papers selected from the 5th Annual Remote sensing of Earth Resources conference held in Tullahome, Tennnessee, March 29-31, 1976 and compiled by F.Shahroki in "Remote Sensing of Earth Resources, Vol.V.)

3. H.S. Chen, Space Remote Sensing System, An Introduction, Academic Press Inc., orlando, Florida - 32887, First Edition, 1985)

4. Charles Elachi, Space borne Radar Remote Sensing: Application snd Techniques, IEEE Press, New York, 1988.

5. Paul M.Mather, Computer Processing of Remotely Sensed Images - An Introduction, John Wiley & Sons, New York, 1987

6. BUZZ Sellman, Coastal Zone Colour Scanner (CZCS) and Related Techoligies, ("Satellite Remote Sensing for Resources Development"- Edited by Karl - Heinz, szekiedda, Graham and Trotmen Ltd., London, U.K, 1986)

7. முனைவர்.ச.பரிமளா, மீன்கள் - அன்றும் இன்றும், தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம், தஞ்சாவூர், ஏப்ரல் 1991.

8. முனைவர் ச.பரிமளா, ''பழந்தமிழ் நூல்களில் நீர்வாழ் உயிரினங்கள்'', தமிழ்ப்பல்கலைக் கழக வெளியீடு, தங்சாவூர் திசம்பர் 1994.

★★★

சூழல் மண்டல இயற்கைக் கதிரியக்கம்

பி. சாகுல் ஹமீது* &
எஸ்.எஸ்.என். சோமசுந்தரம்**

கதிரியக்கச் சூழலியல் (Radiation Ecology) என்பது தற்பொழுது உதித்ததோர் அறிவியல் பிரிவாகும். கதிரியக்கமும் சுற்றுப்புறத்தின் ஒரு கூறே என இவ்வறிவியல் கருதுகிறது. நமது சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள காற்று, நீர், நிலம், சூரிய ஒளி ஆகியவற்றை நம்மால் பார்க்கவும், உணரவும் முடிகிறது. ஆனால், கதிரியக்கம் நம் கண்களால் காண முடியாத, உணர முடியாத ஒரு நிகழ்வாகும். ஹென்றி பெக்குரல் (1896) என்பவர் கதிரியக்கத்தைக் கண்டு பிடித்த பிறகே, இப்பிரிவு வளர்ந்தது.

எல்லாப் பொருட்களுமே சின்னஞ்சிறிய அணுக்களால் ஆனவை என்பதை நாம் அறிவோம். ஒவ்வோர் அணுவின் உள்ளேயும் ஒரு நுண்ணிய உட்கரு உள்ளது. இயற்கையில் 92 வகையான அணுக்கள் இருக்கின்றன. இவற்றில் ஹைட்ரஜன் அணுக்கரு மிகவும் இலேசானதாகும். யுரேனியம் அணுக்கரு மிகவும் கனமானதாகும். பொதுவாக, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் கனமான அணுக் கரு நிலையில்லாத் தன்மையுடையது. அதன் காரணமாக அணுக்கரு வில் சிதைவு ஏற்பட்டு அணுக்கதிர்களை வெளியேற்றித் தங்களை நிலைப்படுத்திக் கொள்கின்றன. இவ்வாறு அணுக் கருவிலிருந்து கதிர்கள் வெளியேறுதலைக் 'கதிரியக்கம்' (Radiation) எனக் கூறுகிறோம். தற்பொழுது கதிரியக்கத்தின் செறிவு 'பெக்குரல்' என்ற அளவீட்டில் குறிக்கப்படுகிறது. ஒரு வினாடிக்கு ஒரு கதிர் வீச்சு நடந்தால் அது ஒரு பெக்குரல் என்று அளவிடப்படுகிறது.

கதிர் வீச்சில் மூன்று வகையான கதிரியக்கங்கள் உள்ளன. அவை ஆல்பா கதிரியக்கம், பீட்டா கதிரியக்கம், காமா கதிரியக்கம்

* பேராசிரியர் - சுற்றுச்சூழல் ஆய்வுக் கூடம், ஜமால் முகமது கல்லூரி, திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

** முதுநிலை ஆய்வாளர் - சுற்றுச்சூழல் ஆய்வுக் கூடம், ஜமால் முகமது கல்லூரி, திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

என்பனவாம். ஆல்பா கதிரியக்கம் ஆல்பா எண்ணியாலும், பீட்டா கதிரியக்கம் கெய்கர் - முல்லார் எண்ணியாலும், காமாக் கதிரியக்கம் காமா ஒளி உமிழ் எண்ணியாலும் முறையே அளவிடப்படுகின்றன.

அணுக்கதிர் வீச்சு என்றாலே அனைவருக்கும் ஹிரோஷிமா, நாகசாகி மற்றும் செர்னோபில் தான் நினைவுக்கு வருகிறது. ஆனால், இக்கதிர் வீச்சு இயற்கையிலேயே நமது சுற்றுப்புறச் சூழலில் நிறைந்திருப்பது பல பேருக்குத் தெரிய வாய்ப்பில்லை. ஆம், நம் பூமி தோன்றும் பொழுதே இவையும் தோன்றின. இத்தகைய கதிர் வீச்சுத் தனிமங்கள், 'இயற்கைக் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் (Natural radio nuclide) என அழைக்கப்படுகின்றன. இக் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் இயற்கையில் எப்பொழுதும் இருந்து வருகின்றன. இவற்றால் உயிரினங்கள் எந்நேரமும் கதிர்வீச்சுக்கு உள்ளாகின்றன. பொதுவாக, உலகில் உள்ள சூழல் கதிரியக்கத்தில் 80 விழுக்காடு, இயற்கைக் கதிரியக்கத் தனிமங்களில் இருந்தே வெளிப்படுகிறது. மீதம் உள்ள 20 விழுக்காடு கதிரியக்கம், செயற்கைக் கதிரியக்கப் பொருட்களால் உண்டாகின்றன. நமது நாட்டைப் பொருத்த மட்டில் 97.7 விழுக்காடு இயற்கைக் கதிரியக்கத் தனிமங்களால் கதிரியக்கம் ஏற்படுகிறது.

இயற்கையில் கதிர்வீச்சின் அளவு எல்லா இடங்களிலும் ஒரே சீராக இருப்பதில்லை. சிற்சில இடங்களில் கதிர்வீச்சின் அளவு மற்ற இடங்களை விடப் பன் மடங்கு அதிகமாக இருப்பது ஆய்வு மூலம் உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. ஈரான், பிரேசில், சீனா, பிரான்சு ஆகிய நாடுகளில் சில இடங்களில் மிக அதிகமான அளவில் கதிர்வீச்சு இருப்பது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. நமது நாட்டில் உள்ள தென் கேரளக் கடற்கரைப் பகுதியிலும், தமிழ் நாட்டில் உள்ள மணவாளக் குறிச்சியிலும் இயற்கைக் கதிர்வீச்சு, சராசரி அளவை விட மிக அதிகமாகக் காணப்படுவதாக ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன.

இயற்கைக் கதிரியக்கப் பொருட்களை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். முதலாவது, தனியாகக் காணப்படும் கதிரியக்கத் தனிமங்கள். (Singly occuring radio nuclides). இரண்டாவது, தொடர்ச்சியாகச் சேய்ச் கதிரியக்கத் தனிமங்களைக் கொடுக்கும் தாய்க் கதிரியக்கத் தனிமங்கள். பொட்டாசியம் - 40, ருபிடியம் - 87 போன்றவை தனியாகக் காணப்படும் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் ஆகும். இத் தனிமங்கள், சேய்க் கதிரியக்கத் தனிமங்களை உண்டு பண்ணுவதில்லை. மாறாக, யுரேனியம் (U 238), தோரியம் (Th 232) ஆக்டீனயம் (Ac 237) போன்ற தாய்க் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் பல சேய்க் கதிரியக்கத் தனிமங்களை உண்டுபண்ணுகின்றன. உதாரண

மாக, யுரேனியம் - 238 என்ற கதிரியக்கத் தனிமம் 14 வகையான சேய்க் கதிரியக்கத் தனிமங்களையும், தோரியம் - 232,11 வகையான சேய்க் கதிரியக்கத் தனிமங்களையும் உண்டுபண்ணுகின்றன.

ஒவ்வொரு சேய்க் கதிரியக்கத் தனிமங்களும் வெவ்வேறு பண்புகளையும், வெவ்வேறு அரை ஆயுட்காலங்களையும் கொண்டுள்ளன. ஒரு கதிரியக்கத் தனிமம், அதன் ஆரம்ப அளவிலிருந்து சரி பாதியாகக் குறைவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் கால அளவு, அதன் 'அரைஆயுட்காலம்' (Half - life) என அழைக்கப்படுகிறது. உதாரணமாக, தோரியம் - 232 தொடரில் உள்ள பொலோனியம் - 210 என்ற கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அரை ஆயுட் காலம் 3.05×10^{-7} செகண்டு ஆகும். மாறாக, யுரோனியம் - 238 தொடரில் உள்ள யுரோனியம் - 234 என்ற கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அரை ஆயுட் காலம் 2.45×10^{5} வருடங்களாகும்.

இத்தகைய சேய்க் கதிரியக்கத் தனிமங்களில் சில கதிரியக்கத் தனிமங்கள் தீமை விளைவிக்கக் கூடியதும், மற்றும் சூழலியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகவும் உள்ளன. அதாவது, பெலோனியம் - 210 (ஆல்பா), ஈயம் - 210 (பீட்டா), ரேடியம் - 228 (பீட்டா) மற்றும் ரேடியம் - 226 (ஆல்பா) ஆகியவை சூழலியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

சூழலில் இருக்கும் கதிரியக்கத் தனிமங்கள், உணவுச் சங்கிலி மூலமாகச் செறிவு அதிகமாகி மனிதனையும் மற்ற உயிர் விலங்கினங்களையும் வந்தடைகின்றன. சூழலியல் கதிரியக்கம் பற்றி நம் நாட்டில் ஆய்வுகள் மிகக் குறைவுதான். மேலும், அதிக ஆய்வுகள் கடலின் கதிரியக்கம் பற்றியதாகவே இருக்கின்றன. நமது நாட்டில் சில ஆறுகளில் தான் (கங்கை, பெரியாறு, சுவர்னரேகா மற்றும் கைகர்) கதிரியக்கம் பற்றிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

காவிரி, தமிழ்நாட்டின் ஓடும் என்றும் வற்றா நதியாகும். இந்நதி கர்நாடக மாநிலத்தில் உற்பத்தியாகி, தமிழ்நாட்டில் பாய்ந்து, காவிரிப்பூம்பட்டினத்தில் கடலோடு கலக்கிறது. இந்நதி ஏறக்குறைய 850 கி.மீ. காடு, மலை, நகரம் போன்றவற்றைக் கடந்து கடலில் கலக்கிறது. சிறப்பு வாய்ந்த இந்த நதியில் இதுவரை கதிரியக்கம் பற்றிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படாததால், இந்திய அணு சக்தித் துறை நிதி உதவியுடன் (ரூ. 5.50 லட்சம்) கதிரியக்கம் பற்றிய ஆய்வை, திருச்சி ஜமால் முகமது கல்லூரி தன்னுடைய சுற்றுச்சூழல் ஆய்வுக் கூடத்தில் கடந்த மூன்று ஆண்டுக் காலமாக மேற்கொண்டுள்ளது.

கரூர் முதல் கல்லணை வரை பத்து ஆய்வு இடங்களைத் தேர்வு செய்து அங்கிருந்து ஆற்று நீர், மண், மிதப்பு உயிரினங்கள் (Plankton), நீர்த் தாவரம், சிப்பி, மட்டி, நத்தை, மீன், நண்டு மற்றும் இறால்) போன்றவற்றை எடுத்து அவற்றில் கதிரியக்கத் தனிமங்களான பொலோனியம் - 210, ரேடியம் - 228, ரேடியம் - 226 மற்றும் ஈயம் - 210 ஆகியவற்றின் அளவுகள் அறியப்பட்டன. சூழலியல் கதிரியக்கம் (Terrertrial gamma) பற்றியும் ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. இந்த ஆய்வின் மூலம் சில அறிவியல் உண்மைக் தெரியவந்துள்ளன.

காவிரி ஆற்றில் காமாக் கதிரியக்கத்தின் அளவானது 5 முதல் 27 மைக்ரோ ராட்/மணி வரை பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளது (அட்டவணை - 1). மேலும், ஆற்றின் கரையை விட்டுச் செல்லச் செல்ல இதன் அளவு குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. ஆய்வு செய்த கதிரியக்கத் தனிமங்களிலே, பொலோனியம் - 210 என்ற தனிமத்தின் செறிவு மிக அதிகமாக, அனைத்துச் சுற்றுப்புறப் பொருட்களிலும் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளது. கதிரியக்கத் தனிமங்களின் செறிவு, நீரைத் தடுத்து வைத்திருக்கும் அணைப்பகுதிகளில் அதிகமாகவும் ஓடும் நீரில் குறைவாகவும் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளது. மேலும், சில கதிரியக்கத் தனிமங்கள் (ரேடியம் - 228) கோடைக்காலத்தில் செறிவு அதிகமாகவும் குளிர் காலத்தில் செறிவு குறைவாகவும் மற்றும் சில தனிமங்கள் (பொலோனியம் - 210, ஈயம் - 210) இதற்கு மாறாகவும் காணப்படுகிறது. பொலோனியம் - 210 என்ற கதிரியக்கத் தனிமம் விலங்கினங்களின் சதைப் பகுதியில் அதிகமாகவும் ஓடு அல்லது எலும்புகளில் குறைவாகவும் காணப்படுகிறது. இதற்கு மாறாக, ரேடியம் - 228, ஈயம் - 210 போன்ற தனிமங்கள் விலங்கினங்களின் ஓடு, எலும்புகளால் அதிகமாகவும் சதைப் பகுதியில் குறைவாகவும் அளவிடப்பட்டுள்ளது (அட்டவணை - 2). மேலும், ஆராய்ந்த அனைத்து விலங்கினங்களில் சிப்பி, மட்டி போன்ற உயிரினங்கள் அதிகமான அளவு கதிரியக்கத் தனிமங்களைத் தம் உடலில் கொண்டுள்ளன. எனவே, இவை இயற்கைக் கதிரியக்கத் தனிமங்களின் அளவை எளிதில் கண்டறியப் பயன்படும் 'உயிர் சுட்டிக்' (Biological Indicator) காட்டியாகப் பயன்படுத்தலாம் என்றும் முடிவு செய்யப்பட்டுள்ளது. கடந்த மூன்று ஆண்டுக் காலமாகச் செய்த ஆய்வின் மூலம் தெரிய வந்துள்ள உண்மை என்னவென்றால், காவிரி ஆற்றில் கதிரியக்கத்தின் அளவு பாதுகாப்பாக, மிகக் குறைந்த கேடுவிளைவிக்காத அளவே என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை - 1. காவிரி ஆற்றில் காமாக் கதிரியக்கம்

ஆய்வுப் பகுதி		கதிரியக்க அளவு (மைக்ரோ ராட்/மணி)
1.	ஆற்றுமண்	
	கரூர்	15 - 20
	மாயனூர்	10 - 27
	மேலணை	10 - 27
	கொள்ளிடம்	7 - 25
	கல்லணை	10 - 27
2.	ஆற்றின் கரையோரக் கிராமம்	
	கரூர்	12 - 18
	மாயனூர்	10 - 24
	மேலணை	9 - 25
	கொள்ளிடம்	7 - 22
	கல்லணை	8 - 25
3.	ஆற்றைவிட்டுத் தள்ளியுள்ள கிராமம்	
	கரூர்	10 - 15
	மாயனூர்	8 - 10
	மேலணை	5 - 10
	கொள்ளிடம்	7 - 11
	கல்லணை	8 - 12

அட்டவணை - 2. காவிரி ஆற்றில் உள்ள இயற்கைக் கதிரியக்கத் தனிமங்களின் செறிவு

		பெக்குரல் / கி.கி		
ஆய்வுப் பொருள்	பொலோனியம் - 210	ஈயம் - 210	ரேடியம் - 228	ரேடியம் - 228
நீர்	0.77 - 2.3	1.8 - 3.5	0.8 - 1.1	4.5 - 7.7
மண்	16.40 - 30.3	11.2 - 18.5	4.7 - 7.0	10.3 - 22.3
மிதவைகள்	18.90 - 56.6	4.8 - 9.3	0.2 - 2.7	0.1 - 3.6
நீர்த் தாவரம்	6.70 - 11.9	0.6 - 1.1	0.2 - 0.8	0.3 - 1.7
இறால் தசை	3.60 - 18.3	0.4 - 0.8	0.1 - 0.3	0.6 - 1.0
வெளி ஓடு	3.00 - 20.8	0.8 - 1.6	0.9 - 3.8	1.5 - 5.8
மெல்லுடலிகள்				
தசை	32.50 - 145.7	0.2 - 1.0	0.2 - 0.4	0.3 - 1.0
ஓடு	1.60 - 4.5	2.8 - 8.8	1.0 - 2.8	1.8 - 4.3
மீன்கள் தசை	1.80 - 8.0	0.2 - 0.3	0.1 - 0.4	0.2 - 0.8
முள்	0.50 - 6.8	0.7 - 2.0	1.4 - 3.0	1.4 - 4.9

பாசன மேலாண்மை - ஒரு புதிய கண்ணோட்டம்

*முனைவர். சீ. தாயுமானவன்**

முன்னுரை

நீரின் முக்கியத்துவத்தை அறியாதவர்கள் இல்லை. அதே போல் நீரின் முக்கியத்துவத்தைப் பாடாத புலவர்களும் இல்லை; எழுதாத இலக்கியவாதிகளும் இல்லை. பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னரே, தமிழ் மன்னர்கள் நீர்ப்பாசன முறையினைக் கண்டனர். அது தொடர்ந்து நடைபெறத் தேவையான வழிமுறைகளையும் வகுத்தனர். பின்னர் வந்த ஆங்கிலேய ஆட்சியில், புதிய அணைக் கட்டுகள் கட்டுதல் நிறைவேறி, அவற்றின் மூலம் பாசன வசதியும் செய்யப்பட்டது. கால ஓட்டத்தின் குறைபாடுகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டு, மாற்றுத் திட்டங்கள் மெல்ல மெல்லச் செயல்படுத்தப்ப ட்டன. இன்றைய சூழ்நிலையில் மேலாண்மைத் திட்டங்கள், பல்வேறு காரணங்களால், மாற்றி அமைக்கப்பட வேண்டிய கட்டாயத்துக்குத் தள்ளப்பட்டிருக்கின்றன. அவற்றை ஆராய்வோம்.

தமிழ் மன்னர் ஆட்சிக் காலம்

ஆங்கிலேய ஆதிக்கம் தொடங்கும் முன்னரே, தமிழ் மன்னர்கள் பலர் பாசன முறையை நடைமுறைப்படுத்தினர். கரிகாலன் கட்டிய கல்லணை இன்றளவும் இந்த உண்மையை உணர்த்தி வருகின்றது. கல்லணையும் அதைத் தொடர்ந்து கட்டிய வாய்க் கால் தொடர்களும் பண்டைத் தமிழர்களின் தெளிந்த சிந்தனையைத் தெளிவாக எடுத்துக் காட்டுகின்றன. இவை தவிரவும் பல ஊர்களில் ஏரிகள் சிறியதாகவும், பெரியதாகவும் அமைத்தும், குளங்கள் வெட்டியும் மழை நீரைச் சேமித்துப் பாசனத்துக்குப் பண்படுத்தினர்.

---

* பேராசிரியர், நீர்வள மையம், அண்ணா பல்கலைக்கழகம்.

இவற்றின் பராமரிப்பைக் ''குடிமராமத்து'' முறையால் செவ்வனே நிறைவேற்றினர்.

ஆங்கிலேய ஆதிக்கக் காலம்

ஆங்கிலேய ஆதிக்கக் காலத்தில் தான், மேட்டூரில் காவிரிக்குக் குறுக்கே அணையும், பெரியாறு ஆற்று நீரைக் குடைவரை மூலம் தமிழ்நாட்டுக்குத் திருப்பும் அமைப்பும், தாமிரவருணி ஆற்றின் தொடர் அணைகளும் அமைக்கப்பட்டன. இது தவிரப் பல ஏரிகளும் புதிதாக அமைக்கப்பட்டு, செம்மைப்படுத்தப்பட்டு, பராமரிக்கப் பட்டன. கால்வாய்த் தொடர்கள் பல புதியதாக அமைக்கப்பட்டன. காவிரி நதி நீர்க் கால்வாய்த் தொடர்கள் தஞ்சைப் பகுதியில் முறைப்படுத்தப்பட்டதும் அப்போதுதான் பாசன நிலங்களுக்குச் சொந்தக்காரர்களாக நிலச்சுவான்தாரர்களும், மிராசுதாரர்களும் இருந் தார்கள். மொத்த நிலங்களும் சிலரின் ஆதிக்கத்தில் இருந்ததால், பாசன நீர் மேலாண்மையில் சிக்கல்கள் ஏதும் இல்லாமல் இருந்தது. பராமரிப்பும் தொல்லை இன்றி நல்ல முறையில் நடந்து வந்தது.

சுதந்தர இந்தியாவில் பாசனத்தின் நிலை

இந்தியா சுதந்தரம் பெற்றுக் குடியரசு ஆனதும் தமிழகத் தில் கீழ்பவானி, சாத்தனூர், கிருட்டிணகிரி, வைகை, பரம்பிக்குளம் - ஆளியாறு முதலிய நீர்த்தேக்கங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. இவை தவிர, ஆற்றின் குறுக்கே அமைக்கப்பட்டிருந்த அணைக்கட்டுகளும், பழுது பட்டிருந்த ஏரிகளும், குளங்களும் பராமரிக்கப்பட்டன.

பெரிய நீர்த்தேக்கங்கள் அமைத்த பின்னர், நடுத்தர சிறிய தேக்கங்கள் அமைக்கப்பட்டன. மஞ்சளாறு, மருதாநதி, சோத்துப் பாறை, தும்பலஹள்ளி முதலியவை இந்தப் பட்டியலில் அடங்கும். ஏறத்தாழ எல்லா ஆறுகளின் குறுக்கேயும் தேக்கங்கள் அமைக்கப் பட்டு விட்டன. இப்போது ஏரிகளையும், குளங்களையும் பரா மரித்தலே ஏதுவாகும். தமிழ் நாட்டில் 39,000 ஏரிகள் உள்ளன என்று கணக்குச் சொன்னாலும், தூர்ந்து போனவை, நகர்ப்புறமயத்தால் அபகரிக்கப்பட்டவை என்று கணக்கில் காணாமல் போன ஏரிகள் ஏராளம். இந்த நிலையில் நீரின் மேலாண்மை மிகப் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது.

பாசன முறைப் பராமரிப்பு

மன்னர் ஆட்சிக் காலத்தில் நிலம் முழுதும் மன்னருக்குச் சொந்தம் என்பதால், எந்தத் தகராறும் இன்றிப் பாசன முறைகள் நிர்வகிக்கப்பட்டன. ஆங்கிலேயே ஆதிக்கத்தில் நிலங்களின் சொந்தக் காரர்கள் எனப்படுபவர் பெரும் நிலப்பிரபுக்களும், பெரும் பணக்காரர்களுமேயாவர். பாசனப் பரப்பின் சொந்தக் காரர்கள் குறைவு என்பதால் பிரச்சினைகள் இல்லாமல் பாசனத் தொகுப்புப் பராமரிக்கப்பட்டது.

சுதந்தர இந்தியாவில் குடியரசு உருவானதும் நிலைமை வேகமாக மாறியது. பாசனப் பராமரிப்பு அரசின் கடமை என்பதாக எல்லோரும் நினைத்துப் பொறுப்பை வெட்டிவிட்டனர். நில உச்ச வரம்புச் சட்டங்களும், நிலத்தில் வேலை செய்யும் தொழிலாளர்கள் பற்றிய சட்டங்களும் சமூகப் பிரச்சினைகளைக் கிளப்பின. இத்தோடு சாதிகளின் வெறியாட்டமும் சேர்ந்து கொள்ளக் கீழ்வெண்மணிச் சம்பவங்கள் கோவையாயின. அரசின் பொதுப்பணித்துறை அதிகாரிகள் தங்கள் கைளிலிருந்துகொண்டு அவரவரின் கற்பனைக்கு ஏற்றவாறு பாசனக் கோவைகளைத் திட்டமிட்டு, நிறைவேற்றி வந்தார்கள். நீர்பாய்ச்சுதலில் தலைமடைக்காரருக்கும், கடை மடைக்காரருக்கும் இடையே கசப்பு, நீர் சரிவர வராத நிலை, பருவமழை பொய்ப்பு என்று எல்லாத் தொல்லைகளும் ஒன்றாய்ச் சேர்ந்து விவசாயப் பெருங்குடியினரக்குத் தீராத தொல்லை ஏற்பட்டது.

இப்போது ஐரோப்பிய நாடுகளின் குழுமமும், உலக வங்கியும் கடன் கொடுத்துப் பாசன மேலாண்மை செய்யச் சொல்கிறது. இருக்கின்ற ஏரிகளையும், குளங்களையும், செப்பனிட்டு அதனைப் பராமரிக்கும் பொறுப்பைப் பயன்பெறும் விவசாயிகளிடமே ஒப் படைக்கச் சொல்கிறது. விவசாயப் பாசனச் சங்கங்கள் ஏற்படுத்தப் பட்டு, பாசனக் கோவைகளைப் பராமரிக்கும் பொறுப்பு அவர் களிடம் தருவதற்கான செயல்திட்டம் நடைமுறைப்படுத்தப்படு கிறது. இது விவசாயிகளிடம் விழிப்புணர்வையும் இந்தப் பாசனக் கோவை தம்முடையது என்ற உணர்வையும் ஏற்படுத்தி உள்ளது.

இதேபோல் கால்வாய்ப் பாசன நிலங்களிலும், பகிர்வுக் கால்வாய்க்குக் கீழே பாசனச் சங்கங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. 500 ஹெக்டேர் நிலப்பரப்பை எல்லையாகக் கொண்டு அடிப்படைச் சங்கம் உருவாகிறது. இப்படி உருவாகிற அடிப்படைச் சங்கங்கள் இணைந்து, தலைமைச் சங்கம் உருவாகிறது. அடிப்படைச் சங்கம்

உறுப்பினர்களையும், தலைவரையும் கொண்டது. அடிப்படைச் சங்கங்களின் தலைவர்கள் இணைந்து தலைமைச் சங்கத்தில் செயல்படுகின்றனர்.

பகிர்வுக் கால்வாய் பராமரிக்கும் பொறுப்புச் சங்கத்தின ருக்கே. இவர்களது தேவைக்கேற்பவே திட்டங்கள் தீட்டப்பட்டு நிறைவேற்றப்படுகின்றன. பொதுப்பணித் துறை அதிகாரிகள் சங்கத்தினருடன் பணி செய்ய வேண்டியது கட்டாயம். இம்முறை படிப்படியாக எல்லாத் திட்டப் பரப்புகளிலும் செயல்படுத்தப்படு கிறது. இம்முறை முழுமையாகச் செயல்படும்போது, ''உழுவோர்க்கே எல்லாம் சொந்தம்'' என்ற கருத்து முழுமையாகும்.

முடிவுரை

பாசன அமைப்புகளும் பராமரிப்பும் மன்னர் ஆட்சிக் காலத்திலிருந்து, ஆங்கிலேயே ஆதிக்கக் காலம் வழியாக, மக்களாட்சிக் காலத்துக்கு வந்திருக்கிறது. இந்தக் கால மாற்றத்தால் கருத்து மாற்றங்களும், செயல்முறை மாற்றங்களும் தொடர்ந்து வருகின்றன. பழையன கழிதலும், புதியன ப்குதலும் வழுவல கால வழியினானே'' என்பதற்கேற்றவாறு இந்த மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன.

இந்த மாற்றங்கள் விவசாயிகளிடையே விழிப்புணர்வையும், ஆக்கத்தையும் ஊக்கத்தையும் ஏற்படுத்தியிருக்கின்றன.

★★★

முனைவர். மு. ஆறுமுகம்
துணைப் பேராசிரியர், இயற்பியல்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை-600 025.

முனைவர் இரா. து. இராசன்
துணைப் பேராசிரியர், இயற்பியல்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

முனைவர் தி.சே.சுப்பராமன்
த்துணைப் பேராசிரியர், இயற்பியல்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

முனைவர் கொடுமுடி ச. சண்முகன்
பதிப்பாசிரியர், செந்தமிழ்ச் சொற்பிறப்பியல்
அகரமுதலித் திட்டம்,
சென்னை - 600 008.

பொறிஞர் உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை
உதவிச் செயற்பொறியாளர், தமிழ்நாட்டு மின்வாரியம்,
எண்.1, சின்னசாமி சாஸ்திரி தெரு, வெங்கடாபுரம்,
அம்பத்தூர், சென்னை - 600 053.

திரு. மணவை முஸ்தபா
ஆசிரியர் .யுனெஸ்கோ கூரியர்,
ஏஈ, 103, அண்ணாநகர், சென்னை 600 040.

முனைவர் இரா. இளவரசு
பேராசிரியர், தமிழியல் துறை, மாநிலக் கல்லூரி,
ஆர்.என்.5, பட்டினப்பாக்கம், சென்னை - 600 028.

வெளியீட்டாளர் :

முனைவர் இரா.செகதீசன்
பதிவாளர், அண்ணா பல்கலைக்கழகம்.

அச்சிட்டோர் :
பாவை அச்சகம் (பி) லிமிடெட்,
142, சானி சான் கான் சாலை,
இராயப்பேட்டை, சென்னை - 600 014.
தொலைபேசி. 8532441, 8532973

களஞ்சியம்

தொகுதி - 12 சனவரி 1998 இதழ் - 1

பொருளடக்கம் பக்கம்

1. **கணிப்பொறி பணிமுறை**
   பேராசிரியர் டாக்டர் ஆ. மதியழகன் .. 4 - 8

2. **தமிழுக்கு ஒரு புதிய கணிப்பொறிக் குறியீடு சென்னைக் குறியீடு**
   முனைவர். வெ. கிருஷ்ணமூர்த்தி .. 9 - 20

3. **ஒரக அணுக்கள்**
   இரா. து. இராசன் .. 21 - 27

4. **மீக்கடத்தியல் - ஓர் அறிமுகம்**
   பொறிஞர் உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை .. 28 - 36

4. **இணைந்த நீர்ப்பாசனம்**
   முனைவர் கே. ஆர். வேங்கடசாமி .. 37 - 44

5. **மீன்வள ஆய்வில் செயற்கைக் கோள்களின் பங்கு**
   நெல்லை சு. முத்து .. 45 - 54

7. **சூழல் மண்டல இயற்கைக் கதிரியக்கம்**
   பி. சாகுல் அமீது & எஸ்.எஸ்.என். சோமசுந்தரம் .. 55 - 60

8. **பாசன மேலாண்மை - ஒரு புதிய கண்ணோட்டம்**
   முனைவர் சீ. தாயுமானவன் .. 61 - 64